

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

THÈSE PRÉSENTÉE À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
CATHERINE POTHIER

SIMILITUDES ET DIFFÉRENCES ENTRE LES FONCTIONS EXÉCUTIVES ET
INTELLECTUELLES ÉVALUÉES AUPRÈS D'ENFANTS ET D'ADOLESCENTS
AYANT SUBI UN TRAUMATISME CRANIO-CÉRÉBRAL

FÉVRIER 2010

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE (PH.D.)

Programme offert par l'Université du QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

SIMILITUDES ET DIFFÉRENCES ENTRE LES FONCTIONS EXÉCUTIVES ET
INTELLECTUELLES ÉVALUÉES AUPRÈS D'ENFANTS ET D'ADOLESCENTS
AYANT SUBI UN TRAUMATISME CRANIO-CÉRÉBRAL

PAR

Catherine Pothier

Pierre Nolin, directeur de recherche

Université du Québec à Trois-Rivières

Jacques Baillargeon, président du jury

Université du Québec à Trois-Rivières

Colette Jourdan-Ionescu, évaluateur

Université du Québec à Trois-Rivières

Louis Richer, évaluateur externe

Université du Québec à Chicoutimi

Thèse soutenue le 05/02/2010

Sommaire

La neuropsychologie, discipline relativement jeune, s'est grandement développée au cours des dernières années. Tout comme les études dans le domaine, la présente recherche a pour but de contribuer à l'avancement des connaissances et de répondre à certains questionnements actuels. Dans un premier temps, cette recherche s'intéresse aux différents construits mesurés par un même test. L'intérêt porté aux mesures neuropsychologiques provient du fait que plusieurs tests, conçus à une époque où les connaissances concernant le fonctionnement cognitif n'étaient pas ce qu'elles sont aujourd'hui, sont encore grandement utilisés à l'heure actuelle. Des questionnements persistent quant aux construits qu'ils mesurent et à la façon dont ils sont utilisés. Le premier objectif de la présente recherche était d'identifier les différents construits cognitifs mesurés par des tests fréquemment utilisés en neuropsychologie, soit des mesures permettant l'évaluation du fonctionnement intellectuel (*Wechsler Intelligence Scale for Children-III* ou *WISC-III*), de l'apprentissage verbal (*California Verbal Learning Test for Children* ou *CVLT-C*), de la mémoire visuelle (*Figure complexe de Rey-Osterrieth*) et des fonctions exécutives (FEs) (*Wisconsin Card Sorting Test* ou *WCST*). Par ailleurs, le rôle des neuropsychologues ayant évolué ces dernières années, ceux-ci sont davantage sollicités pour statuer sur les capacités du client dans la réalisation d'activités de la vie quotidienne. Pour ce faire, l'évaluation des FEs, fonctions impliquées dans l'ensemble des tâches quotidiennes, s'avère nécessaire. La revue des écrits soulève par contre des questionnements sur la définition de ces fonctions, leurs sous-composantes ainsi que leurs relations avec d'autres fonctions

cognitives. Considérant le besoin de mieux comprendre les FE, la présente recherche s'est intéressée, dans un deuxième temps, à la façon dont ces fonctions pouvaient être évaluées par des tests neuropsychologiques voués à d'autres fonctions, et particulièrement à la mémoire. Le deuxième objectif était donc de répondre à cette question à partir de l'utilisation « novatrice » de tests, du fait qu'ils sont interprétés selon les modèles récents de la psychologie cognitive afin de voir la contribution des FE lors de l'évaluation d'autres fonctions cognitives. Cet objectif a été réalisé à l'aide de tests développés pour évaluer la mémoire, soit le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*. Enfin, considérant la controverse qui perdure quant à la similitude entre les FE et le fonctionnement intellectuel, le troisième objectif de la présente étude était de vérifier s'il s'agit de concepts similaires ou différents. La clientèle retenue pour la recherche était constituée d'enfants et d'adolescents ayant subi un traumatisme crânio-cérébral (TCC) modéré ou sévère, âgés entre six et dix-huit ans. Chez les personnes ayant subi un TCC, le déficit des FE est clairement démontré, d'où le choix de cette clientèle. L'échantillon était composé de 110 participants. La recherche étant toutefois de nature rétrospective (étude de dossiers), aucun participant n'a été rencontré pour la collecte des données. Pour répondre aux trois objectifs, des analyses statistiques factorielles et corrélationnelles de type Pearson et canoniques, ont été effectuées. En premier lieu, les résultats soulignent la multifactorialité des tests. Les analyses faites avec le *WISC-III* ont permis de mettre deux construits en lumière, tandis que cinq construits ont émergé des analyses faites avec le *CVLT-C*. Avec la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et le *WCST*, deux construits ont été identifiés pour chacun de ces tests.

En second lieu, les épreuves du *CVLT-C* et de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* ont permis de mettre en lumière des construits propres à la mémoire et d'autres plutôt liés aux FEs. En troisième lieu, les analyses factorielles et les corrélations canoniques ont confirmé que des similitudes existent entre les mesures du fonctionnement intellectuel et celles des FEs. Par contre, des différences entre l'intelligence et les FEs sont également observées. Le *CVLT-C* s'est avéré un test permettant l'évaluation de certaines FEs non évaluées par les autres tests, démontrant l'aspect « unique » de ce test. Certaines mesures des FEs semblaient agir davantage comme superviseur ou contrôleur d'autres fonctions cognitives, soit la mémoire. Ne se voulant pas exhaustive, cette recherche permet une meilleure compréhension des tests employés fréquemment en neuropsychologie ainsi que des construits cognitifs qui s'y rattachent. Les construits unissant ou non le fonctionnement intellectuel et les FEs sont également mis en évidence. Finalement, les résultats ont été transposés concrètement afin que les intervenants puissent bénéficier directement des retombées cliniques de cette étude.

Table des matières

Sommaire	iii
Liste des tableaux	viii
Remerciements	x
Introduction	1
Contexte théorique	5
Développement de la neuropsychologie et de ses outils d'évaluation	6
Fonctions cognitives à l'étude	16
Fonctions exécutives	16
Élaboration de concepts et pensée abstraite	22
Élaboration de stratégies et résolution de problèmes	23
Planification	24
Flexibilité cognitive	25
Inhibition	26
Vitesse de traitement de l'information	27
Résistance à la distraction	29
Fonctionnement intellectuel	31
Relation entre fonctionnement intellectuel et fonctions exécutives	37
Clientèle à l'étude	42
Choix de la clientèle	42
Le traumatisme cranio-cérébral	42
Objectifs de recherche	49
Méthode	52
Participants	53
Instruments psychométriques	55
Wechsler Intelligence Scale for Children (3e édition)	55
California Verbal Learning Test for Children	59
Figure complexe de Rey-Osterrieth	60
Wisconsin Card Sorting Test	63
Procédure de dépouillement des dossiers	65
Accord inter-juges pour la classification de la gravité du TCC	65
Résultats	70
Traitement préliminaire des données	72
Analyses visant à répondre aux premier et deuxième objectifs	75
Wechsler Intelligence Scale for Children (3e édition)	75
California Verbal Learning Test for Children	77
Figure complexe de Rey-Osterrieth	82

Wisconsin Card Sorting Test.....	84
Analyses visant à répondre au troisième objectif.....	87
Corrélations de Pearson entre les variables du WISC-III et du WCST.....	87
Analyse factorielle réalisée avec les facteurs de type intellectuel et ceux de type exécutif.....	93
Analyses des corrélations canoniques entre les variables du WISC-III et du WCST.....	97
Analyses des corrélations canoniques entre les facteurs de type intellectuel et ceux de type exécutif.....	100
Discussion.....	104
Rappel des objectifs de recherche.....	106
Discussion des résultats en fonction des premier et deuxième objectifs.....	107
Wechsler Intelligence Scale for Children (3e édition).....	108
California Verbal Learning Test for Children.....	110
Figure complexe de Rey-Osterrieth.....	111
Wisconsin Card Sorting Test.....	112
Résumé des résultats aux premier et deuxième objectifs.....	114
Discussion des résultats en fonction du troisième objectif.....	116
Résultats des analyses de corrélations de Pearson.....	116
Résultats des analyses factorielles et des corrélations canoniques.....	118
Similitudes entre QI et FEs (1 ^{er} facteur).....	118
Dissemblances entre QI et FEs (3 ^e facteur).....	125
Résumé des résultats pour les trois objectifs.....	130
Limites de la recherche.....	133
Portée clinique.....	137
Conclusion.....	140
Références.....	143
Appendices	
Appendice A : Synthèse des résultats de recherches, présentées dans le Contexte théorique, qui portent sur les résultats des analyses factorielles des tests à l'étude.....	155
Appendice B : Grille de dépouillement des dossiers centraux.....	158
Appendice C : Grille de dépouillement des dossiers neuropsychologiques.....	167
Appendice D : Tableaux des matrices de corrélations.....	172

Liste des tableaux

Tableau

1	Critères de gravité d'un traumatisme cranio-cérébral	55
2	Description des sous-tests sélectionnés du <i>WISC-III</i>	58
3	Description des variables sélectionnées du <i>CVLT-C</i>	61
4	Description des variables sélectionnées de la <i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i>	64
5	Description des variables sélectionnées du <i>WCST</i>	66
6	Résultats de l'accord inter-juges pour les données neuroradiologiques	68
7	Variables disponibles pour chacun des tests retenus	69
8	Critères de validité des matrices de corrélations	74
9	Facteurs issus du <i>WISC-III</i>	76
10	Facteurs issus du <i>CVLT-C</i>	78
11	Facteurs issus de la <i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i>	83
12	Facteurs issus du <i>WCST</i>	85
13	Facteurs identifiés pour le <i>WISC-III</i> , le <i>CVLT-C</i> , la <i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i> et le <i>WCST</i>	88
14	Corrélations entre le <i>Wisconsin Card Sorting Test</i> et le <i>WISC-III</i> (QI et Indices)	90
15	Corrélations entre le <i>Wisconsin Card Sorting Test</i> et le <i>WISC-III</i> (sous-tests)	92
16	Facteurs issus des facteurs d'intelligence et des fonctions exécutives	94
17	Analyse de corrélations canoniques entre les variables du <i>WISC-III</i> et du <i>WCST</i>	98
18	Pondération canonique des variables du <i>WISC-III</i> et du <i>WCST</i>	99
19	Analyse de corrélations canoniques entre les facteurs de second ordre	102

Tableau

20	Pondération canonique des facteurs de second ordre	102
21	Synthèse des résultats de recherches, présentées dans le Contexte théorique, qui portent sur les résultats des analyses factorielles des tests à l'étude	156
22	Matrice de corrélations entre les sous-tests du <i>WISC-III</i>	173
23	Matrice de corrélations entre les variables du <i>CVLT-C</i>	174
24	Matrice de corrélations entre les variables de la <i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i>	175
25	Matrice de corrélations entre les variables du <i>WCST</i>	176
26	Matrice de corrélations entre les facteurs pour les analyses de second ordre	177

Introduction

De nombreux efforts sont investis dans le domaine de la recherche pour tenter de mieux comprendre le fonctionnement cérébral. Une meilleure compréhension du cerveau humain permet nécessairement aux professionnels de la santé d'adapter leurs interventions auprès des clients de manière plus adéquate et efficace. En ayant de meilleures connaissances par rapport aux fonctions cognitives ainsi qu'à la façon dont elles peuvent être évaluées, les intervenants oeuvrant auprès de différentes clientèles sont mieux outillés pour remplir leur mandat. Pour leur part, les neuropsychologues sont appelés à statuer, entre autres, sur le fonctionnement quotidien de leurs clients.

Les fonctions exécutives (FEs) et intellectuelles étant nécessaires au bon fonctionnement de chacun dans la vie de tous les jours, elles méritent une attention particulière. Il est d'autant plus pertinent de s'y attarder puisque les FEs sont définies et interprétées de différentes façons par les chercheurs, mais également par les cliniciens. De plus, certaines composantes du fonctionnement intellectuel seraient définies comme étant des sous-composantes des FEs. La relation entre le fonctionnement intellectuel et les FEs ne fait pas l'unanimité. Ce constat appuie la pertinence de s'attarder à ces fonctions et de mieux les comprendre.

Chez les personnes ayant subi un traumatisme cranio-cérébral, ces fonctions sont déficitaires lorsqu'il y a des atteintes des lobes frontaux, principaux responsables du bon

fonctionnement exécutif. De ce fait, cette clientèle a été retenue afin de cibler davantage les différentes FE déficitaires et les tests permettant de les évaluer. Il est important de souligner que le but de la recherche n'est pas d'investiguer le profil cognitif de sujets atteints d'un traumatisme cranio-cérébral, mais bien d'utiliser cette clientèle pour atteindre les objectifs de recherche élaborés plus bas. Le type de clientèle devient, en quelque sorte, « accessoire ». D'autres clientèles ayant également des atteintes des fonctions exécutives (p. ex., démence, syndrome dysexécutif, trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité) auraient pu être ciblées pour atteindre les objectifs de recherche. Les enfants et adolescents ayant subi un traumatisme cranio-cérébral ont été retenus par intérêt de l'auteure.

Considérant que les tests neuropsychologiques peuvent mesurer plus d'une fonction cognitive à la fois, un des objectifs de la présente recherche est d'investiguer les différents construits cognitifs évalués par des mesures neuropsychologiques. Une fois ces construits identifiés, l'étude tentera d'identifier la façon dont les FE peuvent être évaluées à partir de l'utilisation « novatrice » de tests, c'est-à-dire à partir de l'interprétation des résultats aux tests basée sur des modèles cognitifs récents dans le but de considérer l'apport des FE lors de l'évaluation d'autres fonctions. Par la suite, des analyses statistiques factorielles et corrélationnelles de type Pearson et canoniques, permettront de vérifier les liens entre les FE et le fonctionnement intellectuel en analysant les variables et les facteurs communs aux tâches utilisées pour l'évaluation de ces fonctions.

Ce document comporte quatre parties dans lesquelles sont exposés respectivement les éléments suivants : le contexte théorique, la méthode, les résultats et la discussion. La conclusion ainsi que la liste des références et les appendices sont présentées par la suite.

Contexte théorique

La première partie de ce document présente le contexte théorique qui permet d'approfondir les thématiques de la recherche. Le développement de la neuropsychologie et de ses outils d'évaluation sera présenté dans un premier temps afin de fournir au lecteur une perspective temporelle de la problématique à l'étude. Par la suite, viendront les notions théoriques propres aux fonctions cognitives qui font l'objet de la thèse, soit les fonctions exécutives (FEs) et intellectuelles. Ces notions permettront ensuite de présenter la problématique qui est orientée sur les ressemblances et les dissemblances entre les FEs et les fonctions intellectuelles. Une brève description de la clientèle choisie pour répondre aux objectifs de la thèse suivra cette section. Enfin, toutes les données importantes issues du contexte théorique seront synthétisées afin de présenter les objectifs et questions de recherche.

Développement de la neuropsychologie et de ses outils d'évaluation

La neuropsychologie est définie comme étant « l'étude des relations cerveau-comportement ». Cette discipline, bien que relativement jeune, a été redéfinie à maintes reprises au cours des dernières décennies. À ses débuts, un des rôles principaux de la neuropsychologie était de contribuer au diagnostic des pathologies cérébrales. Il est reconnu que les tests neuropsychologiques étaient efficaces pour remplir ce mandat (Long & Kibby, 1995), car ils étaient conçus dans le but de détecter et de localiser les lésions cérébrales (Hartman, 1991; Kibby, Schmitter-Edgecombe, & Long, 1998).

Le rôle de la neuropsychologie a toutefois changé depuis le développement des nouvelles techniques d'imagerie cérébrale, comme l'imagerie par résonance magnétique et la tomodensitométrie. Ces techniques médicales procurent des informations plus précises quant à la localisation des lésions cérébrales et au type de pathologie, et ce, en moins de temps qu'une évaluation neuropsychologique (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Long, 1996). Malgré l'avènement de ces techniques, la neuropsychologie demeure essentielle dans l'évaluation des maladies impliquant des atteintes cérébrales difficiles à objectiver par l'imagerie, comme par exemple la maladie d'Alzheimer dans ses premiers stades ou un traumatisme cranio-cérébral (TCC) léger. De plus, au cours des dernières années, les neuropsychologues ont davantage été sollicités pour donner leur opinion professionnelle sur les capacités des clients à retourner sur le marché du travail ou aux études, à reprendre leurs activités quotidiennes, à reprendre leur rôle de parents, à vivre de façon indépendante, à conduire un véhicule ou à gérer leurs finances. Parallèlement, les neuropsychologues sont de plus en plus appelés à travailler avec de nouvelles clientèles (p. ex., les enfants maltraités) ou dans des contextes qui dépassent l'action diagnostique, comme d'aller témoigner en cour ou répondre à des questions d'employeurs ou de compagnies d'assurances.

Le but de la neuropsychologie qui était au départ de répondre à des questions d'ordre médical s'est donc centré sur les besoins des clients dans leur vie quotidienne. Pour ce faire, l'une des tâches des neuropsychologues est de transposer les résultats de leurs évaluations en réalité de la vie de tous les jours et de formuler des

recommandations sur le fonctionnement quotidien des clients en tenant compte de leurs forces et de leurs limites (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003).

Pour répondre à ce mandat, les neuropsychologues doivent nécessairement évaluer les fonctions cognitives, particulièrement les FE. Celles-ci permettent, en grande partie, l'accomplissement des tâches quotidiennes (Manchester, Priestley, & Jackson, 2004; Mangeot, Armstrong, Colvin, Yeates, & Taylor, 2002). Les neuropsychologues ont recours à tout un arsenal de tests pour l'investigation des différentes fonctions cognitives nécessaires à l'autonomie des personnes dans toutes les sphères de leur vie. Ces mesures peuvent être de nature qualitative ou quantitative et elles permettent d'identifier les différentes fonctions cognitives affectées ainsi que les forces résiduelles du client.

Si la fonction des neuropsychologues a évolué depuis les dernières années, les tests utilisés par les neuropsychologues n'ont pas tous évolué dans le même sens. Malgré tous les efforts investis dans le développement de mesures neuropsychologiques, des questionnements persistent quant aux construits que chacun d'eux mesurent et quant à la façon dont ils sont administrés et interprétés (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Kibby et al., 1998; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). De plus, la plupart des tests neuropsychologiques sont « multidimensionnels », c'est-à-dire qu'ils mesurent plus d'une fonction cognitive à la fois. L'aspect multidimensionnel des tests rend difficile d'isoler les construits qu'ils couvrent pour décrire le fonctionnement d'un individu sur la base des scores qu'il a obtenus à un de ces tests. Par exemple, une

personne pourrait échouer au sous-test Substitution de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour différentes raisons, comme une dyspraxie, un problème visuel, une vitesse de traitement de l'information ralentie ou un trouble de l'attention.

Ainsi, pour répondre aux nouveaux rôles de la neuropsychologie, il importe d'abord d'identifier précisément ce que mesurent les tests neuropsychologiques. Certes, cette question se pose pour les « anciens » tests. Ce questionnement est également valide pour les plus récents qui ont été développés soit sur la base de nouvelles théories, comme c'est le cas des versions récentes des tests d'intelligence de Wechsler, soit sur la base de la neuropsychologie cognitive, tel que le proposent les outils de l'école dite de Boston (Kaplan, 1988).

Plusieurs tests utilisés en neuropsychologie existent depuis de nombreuses années. Ces tests étaient utilisés pour identifier la présence d'organicité, ce qui est maintenant le mandat des examens neuroradiologiques. Tel est le cas de tests comme le *Trail Making Test A et B*, conçu en 1938 par Partington et Leiter, et ajouté par Reitan dans la batterie de Halstead en 1944 (Spreen & Strauss, 1998). Ce test a été développé selon une approche quantitative que Reitan appelait « *Blind interpretation* » (Reitan & Wolfson, 2004). De même, la célèbre *Figure complexe de Rey-Osterrieth* a été conçue en 1941 (version expérimentale en 1939) par André Rey et a été retravaillée par Osterrieth en 1944. Cette épreuve avait pour fonction l'évaluation des fonctions visuo-perceptives et

mnésiques chez des patients atteints de problèmes organiques (Spreen & Strauss, 1998).

Gaudreau (2001) décrit le contexte de pensée dans lequel Rey a conçu son test :

En tant que praticien et clinicien, il souhaitait disposer d'instruments qui permettent, rapidement et sur un point spécifique, de mettre en évidence des signes cliniques pathognomoniques. D'où ses barèmes certes frustes mais dans lesquels il ne retenait que des scores critiques en dessous desquels (p. ex. sous le 20^e centile, sous le 1^{er} quartile) le comportement posait problème et se devait d'être expliqué cliniquement. Les notes du milieu de la distribution statistique manquaient en conséquence de sensibilité, mais telle n'était pas la principale préoccupation de Rey : mettre rapidement en évidence, et d'une manière fiable, la présence ou l'absence de signes dignes d'attention parce que s'insérant avec les résultats obtenus à d'autres épreuves cliniques différentes, dans un tableau d'ensemble qui fasse sens. (Gaudreau, 2001, p. 25).

Depuis sa publication, plusieurs auteurs et cliniciens ont amené plus loin, ou vers d'autres buts, l'utilisation de ce test, comme par exemples : l'évaluation de la réaction à une situation nouvelle et inusitée, la motricité manuelle fine, la coordination visuo-motrice, la résolution de problèmes, la planification et l'organisation d'un travail intellectuel, l'attention et la concentration (Gaudreau, 2001; Lezak, 1995; Spreen & Strauss, 1998). Il en va de même pour d'autres tests développés à cette époque comme la tâche de double barrage de Zazzo (Zazzo, 1969) ou le Bender-Gestalt conçu par la psychiatre Lauretta Bender en 1938 (Nelson, 1984).

Les questionnements relatifs aux construits sous-jacents aux tests neuropsychologiques tiennent également pour des épreuves plus classiques, telles que le *Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC)* (Wechsler, 1991) et le *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)* (Grant & Berg, 1948).

Kaufman¹ (1975) a identifié trois facteurs dans le *WISC-R* avec un échantillon d'enfants et adolescents sans pathologie : (1) Compréhension verbale, (2) Organisation perceptive et (3) Absence de distractibilité (ce qu'il appelait « freedom of distractibility »). Keith et Witta (1997) ont identifié quatre facteurs lors de la normalisation du *WISC-III* avec une cohorte de 2200 enfants âgés entre six et seize ans : (1) Compréhension verbale, (2) Organisation perceptive, (3) Résistance à la distraction et (4) Vitesse de traitement. Ces auteurs ont ainsi fait ressortir les trois mêmes composantes que Kaufman avait identifiées avec la version révisée du *WISC*. Par contre, une nouvelle composante, soit la vitesse de traitement, s'est distinguée des autres dans la troisième version du *WISC*.

D'autres recherches ont été effectuées à partir du *WISC-III*, cette fois avec des échantillons de personnes avec différentes pathologies. Les résultats obtenus étaient sensiblement différents de ceux observés avec une population dite normale. Par exemple, Burton, Sepehri, Hecht, VandenBroek, Ryan et Drabman (2001) ont identifié cinq facteurs à partir du *WISC-III* avec un échantillon d'enfants atteints de différentes pathologies : (1) Compréhension verbale, (2) Praxie de construction, (3) Raisonnement visuel, (4) Absence de distractibilité et (5) Vitesse de traitement. De même, Villemure (2006) a fait ressortir trois facteurs avec un échantillon d'enfants âgés entre 11 et 18 ans aux prises avec des difficultés d'apprentissage : (1) Compréhension verbale, (2) Organisation perceptive et (3) Absence de distractibilité. Il ressort donc que certaines

¹ Le lecteur pourra se référer à l'Appendice A pour les détails des recherches présentées dans la section qui suit.

recherches ont obtenu des résultats différents quant au nombre et au type de construits obtenus (Burton et al., 2001) alors que d'autres ont identifié sensiblement les mêmes facteurs (Keith & Witta, 1997; Villemure, 2006), ceux-ci allant de trois à cinq en ce qui concerne les différentes formes du *WISC*.

Un portrait semblable à celui du *WISC* s'observe avec le *WCST*. En effet, Greve, Love, Sherwin, Mathias, Ramzinski et Levy (2002) ont identifié trois facteurs à partir du *WCST* qui a été administré à 68 adultes ayant souffert d'un TCC sévère : (1) Flexibilité cognitive, (2) Résolution de problèmes et (3) Maintien d'une réponse. Quelques années plus tard, Greve et son équipe (Greve, Stickley, Love, Bianchini, & Standford, 2005) ont refait le même exercice en compilant des données amassées au cours des dernières années (620 patients atteints de troubles neurologiques, 228 patients atteints de troubles psychiatriques et 373 sujets contrôles). Ils ont obtenu les trois facteurs suivants : (1) Fonctionnement exécutif global, (2) Habiletés cognitives de raisonnement et (3) Différents types d'erreurs. Nagahama, Okima, Suzuki, Matsuzaki, Yamauchi, Nabatame et al. (2003) ont travaillé avec un échantillon de 55 adultes souffrant de la maladie d'Alzheimer (dont 17 sur 55 avec des problèmes cognitifs légers) et 22 adultes sans pathologie. Ils ont identifié trois facteurs : (1) Persévérations, (2) Catégorisation et (3) Erreurs non persévératives. Ainsi, si le nombre de facteurs du *WCST* semble constant d'une étude à l'autre, il est possible de constater que leur nature change selon les clientèles étudiées.

Le questionnement sur les construits couverts par les mesures neuropsychologiques peut par ailleurs s'extensionner à celles des approches plus récentes qui privilégient l'analyse qualitative du fonctionnement cognitif, comme c'est le cas de l'approche neuropsychologique dite de Boston. Kaplan (1988) a sensibilisé les différents professionnels à l'aspect multidimensionnel des tests neuropsychologiques. Cette auteure a démontré l'importance de s'attarder à la façon dont les participants exécutent les tâches, et non pas seulement au résultat final. En effet, l'analyse des processus en cours d'exécution d'une tâche est essentielle à la compréhension du fonctionnement neuropsychologique et est parfois davantage informative que ce que peut nous livrer le score final. Le *California Verbal Learning Test (CVLT)* (Delis, Kramer, Kaplan, & Ober, 1987) est certainement l'épreuve la plus connue et la plus représentative de cette école.

Delis et ses collègues (1987) ont identifié six facteurs, à partir de 19 variables issues du *CVLT*, avec un échantillon de 286 adultes sans pathologie : (1) Apprentissage verbal global, (2) Discrimination de la réponse, (3) Stratégies d'apprentissage, (4) Effet proactif (5), Effet de la position sérielle et (6) Taux d'acquisition. À partir du même nombre de variables, Nolin (1999) a également fait ressortir six facteurs avec un échantillon de 309 adultes également sans pathologie : (1) Apprentissage verbal global, (2) Maintien de l'information dans le temps, (3) Stratégies d'apprentissage, (4) Interférence proactive, (5) Capacité à discriminer la réponse et (6) Effet de position des mots. Avec un échantillon de 150 adultes, mais cette fois atteints d'un TCC, Wiegner et

Donders (1999) ont identifié seulement quatre facteurs à partir de 14 variables du *CVLT* : (1) Empan attentionnel, (2) Efficacité d'apprentissage, (3) Rappel différé et (4) Erreur de rappel. Enfin, Mottram et Donders (2005) ont également identifié quatre facteurs à partir de 13 variables du *CVLT*, et ce, avec un échantillon de 175 enfants et adolescents qui avaient subi un TCC : (1) Empan attentionnel, (2) Efficacité d'apprentissage, (3) Rappel différé et (4) Maintien d'une réponse. La conclusion à tirer de ces études est donc que le nombre et le type de facteurs issus du *CVLT* varient d'une étude à l'autre, allant de quatre à six facteurs. Plusieurs des construits sont comparables d'une étude à l'autre. Ceux-ci renvoient à des concepts qui sont associés à la mémoire et à des FEs. Le nombre et le type différents de variables utilisées dans les différentes études peuvent être évoqués ici pour expliquer ces nuances.

Globalement, les analyses factorielles qui ont été faites dans les études précédentes permettent de mettre deux constats en lumière. Premièrement, bien que chacun des tests étudiés produise plusieurs scores, ces scores se regroupent en un nombre plus restreint de facteurs. Ceci suggère que plusieurs variables d'un même test mesurent des choses semblables. Deuxièmement, plusieurs des facteurs issus d'un test donné reflètent différentes composantes du construit cognitif spécifiquement visé par ce test. C'est le cas des facteurs « Compréhension verbale » et « Organisation perceptive » du *WISC* et « Apprentissage verbal global » du *CVLT*, qui donnent des mesures de l'intelligence ou de la mémoire. Par contre, certains tests, comme ceux de l'école neuropsychologique de Boston, font ressortir des facteurs qui reflètent d'autres construits cognitifs que ceux

spécifiquement visés par le test, comme c'est le cas des facteurs « Stratégies d'apprentissage » et « Interférence proactive » issus du *CVLT*. Ces derniers facteurs seraient en effet une mesure des FEs en mémoire.

En conclusion, il apparaît important de bien connaître les différents construits qui sont évalués par les tests neuropsychologiques. L'identification de ces construits fait encore l'objet de questionnements à l'heure actuelle. En considérant les questionnements concernant ce que mesurent précisément les tests neuropsychologiques, le premier objectif de la présente recherche est d'identifier les différents construits cognitifs mesurés par quatre tests fréquemment utilisés en neuropsychologie (*WISC-III*, *CVLT-C*, *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et *WCST*), soit des mesures permettant l'évaluation du fonctionnement intellectuel, de l'apprentissage verbal, de la visuo-construction et de la mémoire visuelle et des FEs. De plus, considérant (1) les nouveaux mandats de la neuropsychologie qui sont de répondre à des questions portant sur les activités quotidiennes des clients, sollicitant principalement les FEs et (2) l'aspect multidimensionnel des tests neuropsychologiques, le deuxième objectif de la présente étude est de vérifier la façon dont les FEs peuvent être évaluées par des tests neuropsychologiques voués plus spécifiquement à l'évaluation d'autres fonctions, particulièrement avec le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*.

Fonctions cognitives à l'étude

Fonctions exécutives

Bien que les FE aient fait l'objet de très nombreuses recherches durant les dernières décennies, les auteurs ne sont pas unanimes quant à la façon de définir ce concept (Brocki & Bohlin, 2004; Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Elliott, 2003; Miyake et al., 2000). Nombreux sont ceux qui définissent les FE en dressant une liste de fonctions associées au système exécutif, telle la planification ou la mémoire de travail (Elliott, 2003). Ce constat révèle, entre autres, que le terme « fonctions exécutives » ne renvoie pas à un concept unitaire. De nombreux processus et sous-processus cognitifs complexes sont regroupés sous ce terme (Elliott, 2003; Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries, & Hewitt, 2006), d'où la complexité à définir les FEs. Si une certaine controverse existe quant aux composantes des FEs, tous les auteurs s'entendent toutefois pour les décrire comme étant des processus qui contrôlent et régularisent la pensée et l'action, et même aussi les émotions. Bien que non exhaustifs, les paragraphes qui suivent font état des positions des principaux auteurs concernant les FEs.

Les premières investigations concrètes concernant les FEs remontent en 1868 avec les observations anatomocliniques de Harlow pour un homme, Phineas Gage, victime d'un traumatisme ouvert impliquant le lobe frontal gauche. À la suite d'un accident durant lequel une barre d'acier lui a traversé le lobe frontal (au plan de l'arête temporo-sphénoïdale en verticale), cet homme, décrit auparavant comme étant travaillant, efficace et consciencieux, était devenu irresponsable, à l'humeur changeante et incapable

de s'engager dans une tâche requérant une planification des actions (Van der Linden, Seron, Le Gall, & Andrès, 1999). Ce fut un point tournant dans l'histoire de la neuropsychologie; de nombreuses théories sur le fonctionnement des lobes frontaux ayant été élaborées par la suite.

En 1947, Halstead proposa une approche psychométrique des lobes frontaux (Braun, 1997; Van der Linden et al., 1999). Il tenta d'expliquer l'apport des lobes frontaux pour ce qu'il appelait « l'intelligence biologique » à l'aide de quatre facteurs : un facteur d'intégration centrale correspondant à l'expérience organisée de l'individu, un facteur d'abstraction, un facteur de contrôle des pulsions affectives et un facteur de médiation du fonctionnement intellectuel (Van der Linden et al., 1999).

D'autre part, les travaux de Luria, qui s'étalèrent de la deuxième guerre mondiale jusqu'au moment de sa mort en 1977, contribuèrent grandement à l'avancement des connaissances (Braun, 1997). Il apporta des réflexions théoriques cohérentes et utilisa des méthodes ingénieuses pour vérifier ses hypothèses (Van der Linden et al., 1999).

Une des conclusions à laquelle Luria arriva concernant les FEs était que :

(...) les désordres consécutifs à une lésion frontale n'ont pas d'effets limités à telle ou telle catégorie de comportements (verbaux, mnésiques, perceptifs ou autres) mais s'expriment à tous les niveaux de l'activité de l'organisme pour autant que cette activité ne soit pas complètement automatisée ou réflexe. (cité par Van der Linden et al., 1999, p. 45).

Ce sont les travaux de Stuss et Benson (1986), bonifiés par Stuss et Knight (2002) qui ont offert à la communauté scientifique une vision des fonctions frontales qui

intégrait les données antérieures, se basant sur les observations anatomocliniques et les résultats de patients à des tests neuropsychologiques. Selon ces auteurs, le « *self-awareness* » (ou la conscience de soi) est la fonction la plus élevée des fonctions frontales. Cette fonction chapeaute quatre FEs : l'anticipation, la sélection de buts, le *pré-planning* et le *monitoring*. Ces fonctions sont sollicitées dans les activités nouvelles ou non routinières et qui sollicitent de nouvelles solutions. Les fonctions frontales ont par ailleurs, un rôle de régulation des fonctions « inférieures », comme l'attention, la mémoire et le langage, qui relèvent des régions cérébrales postérieures et basales.

Plusieurs théories portant sur les FEs ont récemment vu le jour et les processus cognitifs sous-jacents aux lobes frontaux sont mieux compris. Blair, Zelazo et Greenberg (2005) définissent les FEs comme suit :

Ce construit, qui a depuis longtemps été associé au système cortical impliquant étroitement le cortex préfrontal, inclut de nombreux processus cognitifs qui sont essentiels à l'émergence de l'auto-régulation du comportement, au développement des compétences sociales et cognitives. Ces processus cognitifs incluent le maintien de l'information en mémoire de travail, l'inhibition de réactions de même qu'un « *shifting* » approprié et une attention soutenue pour la poursuite d'une action centrée sur un but. (traduction libre). (Blair et al., 2005, p. 561).

Cette conception s'apparente à celle de Miyake et ses collaborateurs (2000) pour qui, à partir d'un résumé des théories concernant les FEs, le terme « fonctions exécutives » est un concept général pour décrire les mécanismes de contrôle qui modulent les opérations d'une variété de sous-processus cognitifs et ainsi, qui régularisent la dynamique de la cognition humaine. Dans cette lignée, les FEs sont

conceptualisées par Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries et Hewitt (2006) comme des processus qui contrôlent et régularisent la pensée et l'action. Lezak (1995) stipule que les FEs sont les capacités qui permettent d'adopter des comportements autonomes, intentionnels et sensés pour l'individu. Selon cette auteure, les FEs se regroupent en quatre catégories : (1) Volition, (2) Planification, (3) Action centrée vers un but et (4) Efficacité d'exécution. Selon Alvarez et Emory (2006) qui ont fait une recension des écrits, les principales FEs pourraient se regrouper sous trois grandes catégories : (1) Inhibition et flexibilité, (2) Mémoire de travail et (3) Attention soutenue et sélective. De même, les FEs sont, pour Funahashi (2001), le produit d'une opération coordonnée impliquant une multitude de processus pour la réalisation d'un but particulier, et ce, avec flexibilité. Selon, Elliott (2003), les FEs sont impliquées dans les tâches cognitives de haut niveau, telle la résolution de nouveaux problèmes, modifiant le comportement à la lumière de nouvelles informations, et générant des stratégies ou des séquences d'actions complexes. Brocki et Bohlin (2004) ont défini les FEs comme étant des composantes reliées au cortex préfrontal supportant des « boucles sous-corticales » et englobant les habiletés nécessaires pour les comportements centrés sur un but comme l'inhibition, la planification, le développement de stratégies, la persistance et la flexibilité des actions.

Les lobes frontaux ayant de nombreuses connections avec les autres régions cérébrales, plusieurs composantes comportementales et cognitives dépendraient d'eux. Par exemple, Pridmore (2007) stipule que les composantes suivantes seraient toutes dépendantes des lobes frontaux, directement ou indirectement : les comportements, le

langage, l'humeur, les affects, la pensée, les perceptions, la mémoire, la concentration, l'orientation, l'intelligence, l'introspection et la perception de soi.

Ce concept de rôle de « superviseur » des FEs rejoint le modèle de Shallice (1990) qui décrit le système attentionnel comme étant un système de programmation, de régulation et de contrôle de l'activité. Il a nommé ce système de programmation le « Système attentionnel superviseur ou SAS », qui est principalement pris en charge par les lobes frontaux. Selon cet auteur, il y aurait deux types de comportements : (1) les comportements automatisés (comportements surappris et déclenchés de façon automatique qui permettent la réalisation d'activités répétitives de la vie quotidienne) et (2) les comportements « nouveaux » (comportements complexes qui requièrent un contrôle attentionnel, comme les comportements lors de nouvelles situations, la prise de décision, la planification, la correction d'erreurs, etc.). Le SAS permettrait le contrôle des comportements complexes, volontaires et nécessaires à la planification de situations complexes (tâches non automatisées ou non routinières).

La notion de « contrôleur ou de superviseur » pourrait également rejoindre le modèle cognitif développé par Baddeley et Hitch (1974). Ce modèle a été développé pour expliquer le fonctionnement de la mémoire de travail qui est définie comme étant « la capacité de maintenir une information en mémoire durant un bref laps de temps après sa présentation » (Collette, Andrés, & Van der Linden, 1999, p. 89). Selon Baddeley, le maintien des informations en mémoire serait possible grâce à un

« administrateur central », aidé de deux principaux sous-systèmes : la boucle phonologique et le calepin (ou tablette) visuo-spatial. La boucle phonologique permettrait le maintien d'informations verbales, alors que le calepin visuo-spatial permettrait le maintien d'informations visuelles. L'administrateur central agirait comme un système de contrôle attentionnel qui permettrait la gestion des différentes informations. Les lobes frontaux seraient impliqués en grande partie dans le fonctionnement de l'administrateur central.

Que dire de l'approche de Boston, dont les prémices furent écrites, entre autres, par la célèbre neuropsychologue Edith Kaplan, qui apporta une nouvelle dimension à la neuropsychologie en soulignant, entre autres, l'importance de l'aspect qualitatif lors d'une évaluation neuropsychologique (Braun, 1997; Kaplan, 1988). C'est dans cette optique que cette auteure ainsi que ses collaborateurs ont développé une batterie de tests, le *Delis-Kaplan Executive Function System* (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001), conçue spécifiquement pour l'évaluation des FEs.

En résumé, plusieurs définitions ont été élaborées dans le but de décrire les FEs. Malgré les différentes opinions, il ressort un consensus voulant que les FEs couvrent un ensemble de composantes cognitives interactives mais distinctes, prises en charge principalement par les structures frontales, nécessaires pour tout ce qui entoure la régulation des comportements orientés vers un but. Elles sont sollicitées dans les

activités non routinières qui requièrent de la flexibilité. Elles auraient aussi un rôle de superviseur de la cognition, des comportements et des affects.

Des travaux récents supportent toutefois l'idée que les régions cérébrales frontales ne sont pas les seules à être impliquées dans le fonctionnement des FEs (Alvarez & Emory, 2006). Même si elles sont fortement intéressantes, ces notions récentes ne seront pas retenues sur le plan conceptuel de la présente thèse qui s'intéresse plus particulièrement à ce que sont les FEs par rapport à l'intelligence. Enfin, bien que non exhaustive, la section qui suit approfondit la description de sous-composantes des FEs en ciblant celles qui sont les plus souvent rapportées par les auteurs précédents, soit : élaboration de concepts et pensée abstraite, élaboration de stratégies et résolution de problèmes, planification, flexibilité cognitive, inhibition, vitesse de traitement de l'information et résistance à la distraction. Ces fonctions sont présentées brièvement ci-dessous.

Élaboration de concepts et pensée abstraite. L'élaboration de concepts est la capacité à générer plusieurs concepts ou idées générales (Desmarais, Kaplan, Roussy, Dagenais, Lortie, Lepage et al., 2004). Une étude réalisée par Delis, Squire, Bihrlé et Massman (1992) compare le profil exécutif de personnes présentant des atteintes frontales et des personnes amnésiques. Les auteurs suggèrent que le construit « Formation de concepts et pensée abstraite » reflèterait la

capacité à identifier des principes abstraits à partir de stimuli à propriétés multiples et générer des tris corrects, verbaliser les principes abstraits à la

base des tris que le sujet accomplit lui-même ou qui sont réalisés par l'examineur, utiliser des indices abstraits pour identifier des tris corrects. (Van der Linden et al, 1999, p. 248).

Goldstein (1944) compte parmi les grands auteurs s'étant intéressés au concept de la pensée abstraite. Cet auteur distinguait deux types d'attitudes, soit l'attitude concrète et l'attitude abstraite ou catégorielle, observées à différents niveaux dans n'importe quel type de conduite. L'attitude concrète renverrait à l'aspect tangible, réaliste, manipulable de la situation à laquelle l'individu fait face. Quant à l'attitude abstraite, elle engloberait beaucoup plus que les stimuli concrets. Elle serait impliquée dans les comportements comme la réalisation de choix, le recul par rapport au réel, l'identification de caractéristiques communes à partir d'éléments différents, à penser ou à adopter des comportements de façon symbolique, etc. À la suite de ses recherches, Goldstein affirma que des lésions frontales pouvaient entraîner une perte de l'attitude abstraite.

Concrètement, l'élaboration de concepts pourrait s'évaluer à l'aide du *WCST* (Desmarais et al., 2004). En effet, l'examiné doit démontrer une capacité à générer différents concepts en associant des cartes selon différents critères (couleur, forme et nombre; voir la description complète de ce test dans la section « méthode » du présent document).

Élaboration de stratégies et résolution de problèmes. Pour Garth, Anderson et Wrennall (1997), l'élaboration de stratégies renvoie à la possibilité qu'a l'individu de mesurer les aspects adaptatifs ou de haut niveau lors de l'exécution d'une tâche. La

capacité à résoudre des problèmes est essentielle dans les tâches de la vie quotidienne. Que ce soit pour résoudre un problème de mathématiques ou pour gérer un conflit entre deux personnes, la résolution de problème est omniprésente dans le quotidien de chacun. Ce processus est complexe et implique plusieurs sous-composantes, comme le raisonnement, la prise de décision, la motivation, l'activation, l'initiative, etc. (Collette et al., 1999).

Le sous-test Labyrinthes du *WISC* constituerait une des mesures permettant d'évaluer, entre autres, les capacités de résolution de problèmes. En effet, le participant doit tracer, sans lever son crayon, le trajet permettant de sortir de différents labyrinthes sans passer par-dessus « des murs » (obstacles). Les labyrinthes augmentent en complexité au cours de cette tâche.

Planification. Selon Lezak (1995), la planification correspond à l'identification et l'organisation d'étapes et d'éléments nécessaires pour mener à terme une intention ou accomplir un but. De la même façon, Botez-Marquard et Boller (2005) définissent ce concept comme étant « la capacité d'organiser un comportement orienté vers un ou plusieurs buts, indispensable dans la résolution d'un problème. » (p. 157). Cette capacité implique un certain nombre de qualités, telles que la conceptualisation de changements selon les circonstances, prendre position par soi-même selon les éléments environnementaux, voir l'environnement objectivement, concevoir des alternatives, les étudier et faire un choix, émettre des idées séquentielles et hiérarchiques afin de

développer une structure qui permettra l'exécution d'un plan. La planification requiert un bon contrôle de ses impulsions ainsi que des fonctions mnésiques raisonnablement intactes (Lezak, 1995).

Un des tests généralement utilisé par les neuropsychologues pour évaluer cette fonction est le test de la *Tour de Londres*. Il existe plusieurs versions de ce test (Mackintosh, Brossard, & Chartier, 2004). Quelle que soit la version, les consignes demeurent sensiblement les mêmes; le participant doit planifier une série de mouvements en manipulant des boules ou des anneaux, insérés sur trois tiges de différentes grandeurs, afin de reproduire l'image présentée. Cette image montre la position finale des boules ou des anneaux à laquelle le participant devrait arriver à la fin de sa série de mouvements. Certaines règles sont imposées, soit de manipuler une boule ou un anneau à la fois et celle-ci ou celui-ci doit toujours être placé(e) sur une tige (l'objet ne peut pas être déposé sur la table ou à côté des tiges). De même, le participant doit réussir cette tâche en exécutant un nombre minimal de mouvements. Ce test requiert donc une bonne capacité de planification.

Flexibilité cognitive. Miyake et al. (2000) définissent la flexibilité ou le « Shifting » comme étant non seulement la capacité à s'engager et à se désengager des composantes d'une tâche, mais également l'habileté à exécuter une nouvelle opération en faisant face à une interférence proactive, c'est-à-dire que le contenu d'une première tâche pourrait nuire à l'exécution d'une seconde tâche similaire. Pour les théoriciens

cognitivistes, la flexibilité cognitive est la capacité à changer (« switch ») de façon intermittente d'une tâche à l'autre, faisant appel simultanément à la mémoire de travail et aux capacités d'inhibition, et suivant une trajectoire développementale prolongée s'étalant au-delà de l'adolescence (Levin & Hanten, 2005). Botez-Marquard et Boller (2005) stipulent que la flexibilité cognitive (ou mentale) correspond à la capacité de déduire une règle ainsi qu'à la capacité à inhiber un comportement appris. Un déficit de flexibilité cognitive se traduira par des comportements persévératifs et un manque de souplesse mentale (Seron & Van der Linden, 2000). Un des tests actuellement utilisé pour l'évaluation de la flexibilité cognitive est le *WCST*, par la capacité du participant à changer de stratégies (« set-shifting ») (Botez-Marquard & Boller, 2005).

Inhibition. Le terme « inhibition » reflète une variété de sous-processus impliqués à différents niveaux de complexité (Kok, 1999). Van der Linden et al. (1999) reconnaissent également la diversité des mécanismes associés au concept général du terme inhibition. Ils se sont intéressés à une des formes d'inhibition qu'ils appellent processus d'inhibition ou inhibiteurs qui renvoient aux mécanismes permettant d'empêcher que des informations non pertinentes n'entrent en mémoire de travail. Ces mécanismes d'inhibition permettraient également la suppression des informations pertinentes mais devenues inutiles. Ceci renvoie aux concepts d'interférence et de persévérations (Van der Linden et al., 1999). En d'autres mots, Miyake et al. (2000) définissent l'inhibition comme étant l'habileté à inhiber (retenir ou supprimer) intentionnellement des réponses automatiques, dominantes ou non pertinentes lorsque

nécessaire et ils insistent sur le caractère délibéré de l'inhibition, comparativement à d'autres auteurs qui ne font pas cette distinction. Levin et Hanten (2005) soulignent que les capacités d'inhibition sont dépendantes de l'âge de l'individu et qu'elles se développent avec la maturation de certains réseaux neuronaux.

Le nombre d'erreurs ainsi que le facteur temps dans le test *Stroop* (planche 3 appelée Interférence) peuvent être des indicateurs d'un trouble d'inhibition (Botez-Marquard & Boller, 2005; Collette & Van der Linden, 2002). Les études sont contradictoires quant à la considération du facteur temps comme mesure d'inhibition dans cette tâche chez les personnes présentant des atteintes frontales et Van der Linden et al. (1999) admettent que les études sont peu nombreuses chez cette clientèle. D'autre part, il semblerait également que les persévérations dans le *WCST* chez des personnes ayant des déficits frontaux pourraient être un indicateur de trouble d'inhibition (incapacité à inhiber une réponse préalablement adéquate, mais devenue erronée dans un deuxième temps).

Vitesse de traitement de l'information. Le concept « vitesse de traitement de l'information » peut être considéré, selon les auteurs, comme étant une composante des fonctions attentionnelles ou comme étant intégré aux FEs. Selon Wechsler (2003), la vitesse de traitement, telle que mesurée à partir de sous-tests du *WAIS*, *WISC*, *WPPSI*, renvoie à l'aptitude à « parcourir, ordonner ou discriminer correctement et rapidement des informations visuelles simples. » (Wechsler, 2003, p. 94). Seron et Van der Linden

(2000) décrivent les manifestations cliniques pouvant être observées à la suite d'un problème de vitesse de traitement chez différentes clientèles. Il s'agirait d'une lenteur diffuse et aspécifique pour traiter l'information qui résulte d'une lésion acquise, comme un TCC, et qui « se répercute sur l'ensemble des performances du sujet, dans toutes les tâches où une contrainte de temps lui est imposée ou lorsque la vitesse d'exécution est retenue comme critère d'appréciation comme par exemple, dans les épreuves de temps de réaction. » (p. 97). Ils considèrent que ce concept est une des composantes impliquées dans le mécanisme attentionnel chez l'individu.

Loranger, Blais, Pépin et Doyon (2000) se sont intéressés à ce concept sous l'angle de la vitesse des opérations mentales qui pourrait être évaluée à partir du temps de réaction. Le temps de réaction est défini comme étant la mesure du temps écoulé entre la présentation d'un stimulus et la réponse à une question posée (Bertrand & Garnier, 2005). Le temps de réaction serait un des moyens utilisés pour évaluer l'efficacité des opérations mentales, considéré comme étant un aspect important de l'intelligence.

L'indice de vitesse de traitement de l'information que Wechsler a voulu mesurer à partir de sous-tests inclus dans les échelles de fonctionnement intellectuel ne tient pas compte de cette notion de temps de réaction. Il s'agit de mesures évaluant les aptitudes à parcourir, à discriminer et à ordonner des informations visuelles simples. Néanmoins, la vitesse globale pour réaliser les tâches de même que la précision permettent d'obtenir un

résultat qui représente un indice de la vitesse de traitement de l'information de l'individu (Wechsler, 2003).

D'autre part, plusieurs auteurs sont d'avis qu'une interrelation existerait entre la vitesse de traitement de l'information, la mémoire de travail et le raisonnement (Carpenter, Just, & Shell, 1990; Fry & Hale, 1996; Kail & Salthouse, 1994). De même, des recherches effectuées sur la vitesse de traitement concluent que celle-ci serait liée à la capacité mentale, à la performance, au développement de la lecture, au raisonnement et au fonctionnement efficace de la mémoire de travail pour des tâches évaluant le raisonnement fluide (Fry & Hale, 1996; Kail, 2000; Kail & Hall, 1994; Kail & Salthouse, 1994).

Les sous-tests Code et Repérage de symboles du *WISC* (Seron & Van der Linden, 2000) permettraient d'évaluer la vitesse de traitement de l'information. Par exemple, pour le sous-test Code, une série de chiffres est associée à différents symboles. Le participant doit, le plus rapidement possible et avec une limite de 120 secondes, reproduire les bons symboles en dessous des chiffres indiqués.

Résistance à la distraction. Tout comme le concept de vitesse de traitement de l'information, la résistance à la distraction est considérée, selon certains auteurs, comme partie intégrante de l'attention ou comme une des sous-composantes des FEs. Seron et Van der Linden (2000) parlent de distractibilité (ou incapacité à résister aux distracteurs)

qui constituerait le pendant de l'attention sélective ou focale. La distractibilité serait « la difficulté à maintenir le focus attentionnel en dépit d'éléments distracteurs, difficulté engendrant la perte de contrôle interne au profit de stimulations (internes ou externes) interférant avec la tâche en cours » (Seron & Van der Linden, 2000, p. 101). Ainsi, l'attention sélective ou focale serait la capacité à investir les ressources de traitement dont le participant dispose sur les éléments pertinents de la situation ou de la tâche, tout en inhibant ou en se « désolidarisant » des éléments distracteurs.

Les sous-tests Arithmétique et Séquences de chiffres du *WISC-III* permettraient d'évaluer la résistance à la distraction. Par exemple, le sous-test Séquences de chiffres est composé de deux parties. Dans la première section, une série de chiffres est lue au participant et celui-ci doit évoquer les chiffres dans le même ordre qu'ils lui ont été lus. La première série comprend deux chiffres, puis ce nombre augmente à raison de un à la fois. Dans la deuxième partie, la même procédure est appliquée, mais cette fois, le participant doit évoquer les chiffres dans l'ordre inverse qu'ils lui ont été lus.

La revue des écrits sur ces fonctions démontre que les auteurs emploient un vocabulaire différent pour définir une même fonction. Ceci souligne le manque de consensus sur le concept des FE. Il semble toutefois que les différentes définitions fassent ressortir deux types de FE, soit les FE agissant comme gestionnaire des autres fonctions cognitives et celles qui sont davantage spécifiques ou indépendantes. Ce constat permet d'appuyer les intérêts de la présente recherche, qui sont en partie

d'améliorer les connaissances quant aux différents construits évalués par les mesures utilisées en neuropsychologie.

Fonctionnement Intellectuel

Compte tenu de l'implication non seulement des FEs, mais également du fonctionnement intellectuel dans la réalisation des tâches quotidiennes, il est indispensable de s'attarder au concept d'intelligence ainsi qu'à sa relation avec les FEs.

Le fonctionnement intellectuel fait l'objet de recherches depuis de nombreuses années et, évidemment, les définitions du concept d'intelligence ont été fort nombreuses. Les premières théories de l'intelligence remontent à la fin des années 1800 avec Galton, cousin de Charles Darwin, qui fut un des premiers auteurs à considérer que l'intelligence était constituée de composantes différenciées, et ce, contrairement à plusieurs auteurs de son époque qui considéraient l'intelligence comme un tout unitaire.

À partir de ses réflexions sur les différentes composantes de l'intelligence, Galton concluait que plusieurs opérations mentales simultanées étaient nécessaires lors des agissements de l'homme. De ces opérations mentales, il distinguait le pouvoir intellectuel (ou aptitudes générales) et les pouvoirs spéciaux (ou aptitudes spécifiques).

À partir des observations de Galton, plusieurs théories ont été développées pour tenter de définir l'intelligence, dont celle de Binet et Simon (1908). Il s'agit des

concepteurs du *Test Binet-Simon* qui a été révisé par Terman en 1916 pour devenir le *Stanford-Binet Intelligence Scale*. Binet et Simon se sont inspirés de Galton pour mener leurs recherches. En se basant sur le principe que la perception des objets et le raisonnement logique semblaient fonctionner de façon similaire, ils en ont déduit que les mécanismes sous-jacents à ces deux opérations mentales étaient donc comparables.

D'autre part, Spearman (1927) développa un modèle monarchique pour décrire l'intelligence. Il utilisa la notion de « facteur g » pour illustrer l'intelligence qu'il définissait comme étant une « énergie mentale » pouvant être appliquée à tous les types de tâches. En contrepartie, Thorndike développa un modèle anarchique, décrivant l'intelligence (ou activité mentale) comme étant la résultante du fonctionnement simultané d'une multitude d'éléments ou de facteurs spécifiques.

Un peu plus tard, Wechsler a conçu l'échelle de fonctionnement intellectuel *Wechsler-Bellevue Intelligence Scale* (Wechsler, 1939). Il définissait l'intelligence comme étant la capacité à agir en fonction d'un but, à penser rationnellement, à comprendre l'environnement et à répondre à ses demandes. Pour cet auteur, l'intelligence était une entité globale, comportant une multitude d'aptitudes spécifiques (Wechsler, 2003). À l'aide des sous-tests composant l'échelle de fonctionnement intellectuel, Wechsler voulait estimer les capacités d'un individu, nécessaires au développement de comportements « intelligents ». Plusieurs versions du *Wechsler-Bellevue Intelligence Scale* se succédèrent (*Wechsler Adult Intelligence Scale* ou *WAIS*,

WAIS-R, *WAIS-III* et tout récemment le *WAIS-IV*) et des versions adaptées pour enfants ont également été publiées (*Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence* ou *WPPSI*, *WPPSI-R*, *WPPSI-III*, *WISC*, *WISC-R*, *WISC-III* et *WISC-IV*). Ces échelles de fonctionnement intellectuel sont grandement utilisées à l'heure actuelle.

Cattell (1971) amena l'idée d'un concept pouvant se scinder en deux composantes : l'intelligence cristallisée (Ic) et l'intelligence fluide (If). Le fonctionnement fluide serait une habileté générale associée au développement du cortex cérébral (Cattell, 1971). Il reflèterait les habiletés mentales supérieures, incluant le raisonnement (Friedman et al., 2006), la manipulation d'abstraction, de règles, de généralisations et de relations logiques (Carroll, 1993). L'If pourrait être évaluée à partir de sous-tests comme les Matrices, Concepts en images, Arithmétique, Blocs et Assemblage d'objets de l'échelle de fonctionnement intellectuel de Wechsler. Quant à l'Ic, elle reflèterait les connaissances acquises, culturelles, éducatives et provenant d'autres expériences (Friedman et al., 2006). Elle serait en fait le résultat de l'implication de l'If dans l'acquisition des connaissances (Cattell, 1971) et elle serait évaluée principalement à l'aide de tests verbaux, comme les sous-tests Vocabulaire, Compréhension et Connaissances de l'échelle de fonctionnement intellectuel de Wechsler.

Plus récemment, Flanagan et Kaufman (2004) ont intégré plusieurs des composantes des théories précédentes en proposant le modèle « Cattell-Horn-Carroll »

ou « CHC ». Dans cette théorie, l'idée d'un facteur g (fonctionnement intellectuel global) est conservée. Celui-ci regrouperait plusieurs sous-composantes : Gf (intelligence fluide), Gc (intelligence cristallisée), Gq (Connaissances quantitatives ou « *Quantitative knowledge* »), Gsm (mémoire à court-terme), Gv (analyse des informations visuelles), Ga (analyse des informations auditives), Glr (emmagasiner et récupération des informations à long terme) et Gs (vitesse de traitement).

Selon Saggino, Perfetti, Spitoni et Galatti (2006), le débat perdure quant à la définition du concept d'intelligence, et ce, malgré l'évolution des connaissances. La source principale de cette absence de consensus reposerait sur la terminologie. En effet selon ces auteurs, le problème ne serait pas que les auteurs précédents décrivent divers concepts de l'intelligence, mais plutôt qu'ils utilisent des termes différents. Par exemple, la question « À quoi renvoie l'intelligence? » peut être expliquée selon différents points de vue : (1) selon une perspective psychométrique, c'est-à-dire selon la façon dont les tests sont développés, (2) selon la perspective que l'intelligence est l'expression de la créativité humaine, ou (3) selon le point de vue que l'intelligence est une fonction cognitive (Saggino et al., 2006). Les auteurs expliquent que ces différentes façons de définir l'intelligence n'impliquent pas nécessairement que chacune des perspectives traite d'un concept différent. Cela illustre plutôt que l'intelligence est un concept complexe qui englobe plusieurs sous composantes. La définition de chaque auteur, qui tente d'expliquer le concept d'intelligence, sera teintée par ce qu'il préconise comme sous-composantes dominantes de l'intelligence.

Malgré les différentes définitions, un consensus semble ressortir sur le fait que l'intelligence ne soit pas un facteur unitaire, mais qu'il serait composé de plusieurs composantes ou « aptitudes ». Les mesures permettant d'évaluer ces aptitudes se sont grandement améliorées avec l'avancement des connaissances. Les échelles d'intelligence développées par Wechsler ne constitueraient pas les seuls outils permettant l'évaluation de plusieurs types d'aptitudes intellectuelles. Par exemple, le populaire test *Matrices de Raven*, publié pour la première fois en 1938, est utilisé pour l'évaluation d'habiletés générales; il permet la mesure d'au moins trois types d'aptitudes : le raisonnement abstrait, la formation de concept et les fonctions visuo-perceptives (Lezak, 1995).

La controverse sur ce qu'est l'intelligence a amené les chercheurs à se questionner sur la relation entre les construits (ou aptitudes cognitives) mesurés par les échelles de fonctionnement intellectuel et ceux évalués par des tests neuropsychologiques. Par exemple, Sherman, Strauss, Spellacy et Hunter (1995) se sont intéressés à la validité des construits de l'échelle d'intelligence pour adultes *WAIS-R* ainsi qu'aux corrélations entre cette échelle et d'autres tests neuropsychologiques sur un échantillon de 260 adultes (181 hommes et 79 femmes), ayant subi un TCC léger ou modéré. Les participants étaient tous âgés entre 20 et 34 au moment de l'évaluation. Ils ont observé que certains sous-tests avaient des corrélations moins importantes que d'autres sous-tests avec le facteur qu'ils devaient représenter. De plus, certains de ces sous-tests avaient des corrélations aussi fortes avec d'autres facteurs qui, théoriquement, devaient

être différents. Par exemple, sur le plan théorique, il est attendu que les deux sous-tests Séquences de chiffres et Arithmétique soient hautement corrélés avec le facteur « Résistance à la distraction », alors que Sherman et al. (1995) n'ont montré la force de ce lien que pour le sous-test Séquences de chiffres. Par ailleurs, le sous-test Arithmétique avait une corrélation tout aussi forte avec un autre facteur, soit celui de Compréhension verbale (QI verbal). Dans cette même étude, le *Trail Making Test A et B* et le *Stroop* (condition d'interférence), utilisés pour l'évaluation des FEs et certaines composantes de l'attention, ne présentaient respectivement que des corrélations modérées et faibles avec le facteur Résistance à la distraction du *WAIS-R*, alors que de fortes corrélations étaient attendues. D'autre part, l'ensemble des résultats de cette recherche a mis en lumière que le facteur Organisation perceptive mesurerait principalement les fonctions visuo-perceptives et visuo-constructives, mais également la mémoire visuo-spatiale, l'attention visuelle et les FEs. Le facteur Compréhension verbale semblait mesurer la mémoire verbale et le fonctionnement exécutif. Quant au facteur de Résistance à la distraction, il n'était corrélé avec aucune des épreuves de mémoire et son association avec les FEs était limitée. Les auteurs ont conclu que : (1) les épreuves neuropsychologiques étaient multidimensionnelles, mesurant plusieurs habiletés, (2) les facteurs de l'échelle d'intelligence *WAIS-R* pouvaient être une source fiable pour générer des hypothèses quant au profil cognitif des personnes ayant subi un TCC, mais étaient insuffisants pour conclure à des inférences cliniques (p. ex. conclure à une incapacité à retourner sur le marché du travail) et (3) les facteurs Compréhension verbale et Organisation perceptive ne semblaient pas être des mesures « pures » pour

l'évaluation des habiletés verbales et visuo-spatiales, du moins selon les résultats obtenus avec les participants de leur étude qui avaient subi un TCC, en raison de l'association entre ces mesures et le fonctionnement mnésique et exécutif (Sherman et al., 1995). Ces résultats apportent donc de l'eau au moulin quant à l'idée voulant que les fonctions intellectuelles et exécutives soient fortement reliées.

Dans cette lignée, et en se basant plus spécifiquement sur le principe que les FEs rejoindraient le concept d'If, plusieurs auteurs ont proposé que les échelles d'intelligence pourraient mesurer non seulement le fonctionnement intellectuel, mais également certaines FEs. La similitude entre ces deux concepts ne fait toutefois pas l'unanimité, tel que démontré dans la prochaine section.

Relation entre fonctionnement intellectuel et fonctions exécutives

La revue des écrits concernant les relations entre les FEs et le fonctionnement intellectuel permet de constater la divergence dans les opinions quant aux similitudes entre ces deux concepts. Certains auteurs proposent que les FEs renverraient à certains concepts de l'intelligence (Duncan, Emslie, Williams, Jonhson, & Freer, 1996; Friedman et al., 2006), alors que d'autres soutiennent que les FEs sont des fonctions différentes des aptitudes intellectuelles (Ardila, Galeano, & Rosselli, 1998; Crinella & Yu, 2000).

Les auteurs en faveur d'une similitude entre les FEs et le fonctionnement intellectuel rapportent principalement l'idée que les FEs seraient des composantes de l'If, telle que décrite par Cattell (1971). Par exemple, Duncan et son équipe ont observé que l'If, telle que mesurée par les tests traditionnels d'intelligence (*WISC*, *WAIS*) pouvait être sensible aux lésions des lobes frontaux (Duncan et al., 1996).

D'autres études, faites avec une clientèle âgée, montrent une relation entre le déclin de l'If, des FEs (mémoire de travail, vitesse de traitement) et les lobes frontaux qui s'atrophient davantage que les lobes temporaux, pariétaux et occipitaux avec l'âge (Goldman-Rakic, 1987). Ceci soutiendrait l'idée d'une similitude entre les FEs et l'If (Kane & Engle, 2002).

Kane et Engle (2002) et Blair (2006) ont émis l'hypothèse que l'If serait une sorte de résultante des construits de mémoire de travail et des FEs. En effet, selon Blair (2006), l'If pourrait être impliquée dans tous les processus cognitifs, sans être nécessairement rattachée à un domaine en particulier. Elle maintiendrait actives les informations verbales et visuelles en fonction de la planification et de l'exécution de comportements dirigés vers un but. Selon cette perspective, il y aurait (1) implication des capacités d'inhibition d'informations pouvant agir en interférence avec d'autres informations maintenues en mémoire de travail et (2) implication des capacités de flexibilité et d'attention soutenue pour la planification et l'exécution d'une séquence d'actions. Selon ces auteurs, l'If serait dissociée de l'Ic, bien que nécessaire dans

l'encodage et la récupération des connaissances « cristallisées ». L'If pourrait donc résulter de l'intégration des FEs et de la mémoire de travail (Blair, 2006).

D'autres recherches portant également sur la relation entre le fonctionnement intellectuel et les FEs ont été effectuées et des conclusions différentes en ont été extraites. Par exemple, Ardila et ses collaborateurs (1998) ont réalisé une étude sur les corrélations existant entre des mesures de l'intelligence (*WAIS*) et des tests neuropsychologiques. Ils ont trouvé que le *WCST*, reconnu pour mesurer certaines FEs telles que la flexibilité cognitive, n'était corrélé avec aucun quotient intellectuel (verbal, non verbal et global) du *WAIS*. Cette observation leur a permis d'émettre l'hypothèse que cette échelle d'intelligence ne permettait pas d'évaluer les FEs. Ce constat a amené plusieurs réflexions, dont : (1) un questionnement sur les concepts de l'intelligence, puisque les FEs sont essentielles au bon fonctionnement intellectuel et (2) la considération pour l'approche neuropsychologique qui contribuerait significativement à la compréhension des habiletés cognitives de « l'intelligence ».

De plus, plusieurs auteurs ont observé que les dommages cérébraux de certains patients avec atteintes du lobe frontal n'affecteraient pas les capacités intellectuelles, du moins telles que mesurées par les tests d'intelligence comme les échelles de Wechsler (Kane & Engle, 2002), appuyant encore une fois l'idée d'une dissociation entre les deux concepts. De même, Garlick et Sejnowski (2006) ont observé que les tâches évaluant la

mémoire de travail et les FEs présentaient de pauvres corrélations avec les tâches mesurant l'If.

Selon Duncan, Burgess et Emslie (1995), certaines recherches confirment l'idée que les personnes présentant des troubles des FEs performant adéquatement au test de QI alors que d'autres soutiennent que le facteur g contribuerait au bon fonctionnement de toutes les activités cognitives. Ils suggèrent que ce paradoxe pourrait être résolu en s'attardant plus attentivement au concept psychométrique du facteur g et à la façon dont il devrait être mesuré. En estimant le facteur g à l'aide de la moyenne de la performance d'une personne à divers sous-tests, il y aurait contamination, car plusieurs sous-tests mesureraient l'Ic, c'est-à-dire les connaissances. Les connaissances peuvent refléter le facteur g au moment où elles sont acquises, mais non pas au moment de l'évaluation. De même, le facteur g est estimé à l'aide de la moyenne de plusieurs sous-tests qui peuvent présenter de faibles corrélations entre eux.

Crinella et Yu (2000) s'opposent aux propositions qui soutiennent que le facteur g « psychométrique » reflèterait les opérations des FEs du fait que les FEs chevauchent hautement les tâches de différentes natures. Ils proposent que les structures cérébrales impliquées dans les FEs seraient différentes de celles impliquées pour le facteur g car :

- (1) les FEs jouent un rôle primordial dans le Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité (TDAH), mais le QI de ces personnes n'est pas plus bas que celui des

personnes sans TDAH et (2) les lobes frontaux gèrent en grande partie les FEs, mais des lésions des lobes frontaux ne causent pas nécessairement une baisse de QI.

Friedman et al. (2006) critiquent les études qui appuient une relation entre l'intelligence et les FEs en raison : (1) de la pauvre fidélité des tests utilisés dans ces recherches, (2) des différents aspects pouvant être reliés à l'intelligence et non pas aux FEs étant donné que les tests ne sont pas purs et (3) du fait que les FEs à l'étude sont mal définies dans la plupart des études.

En conclusion, une polémique est constatée concernant les liens entre les FEs et le fonctionnement intellectuel, d'où l'importance de poursuivre les recherches dans le domaine. Cet état de fait mène donc au troisième objectif de la présente recherche qui consiste à vérifier si le fonctionnement intellectuel et les FEs sont des concepts similaires ou différents.

La prochaine section présente la clientèle à l'étude, soit les enfants ayant subi un TCC. Différentes recherches effectuées avec cette clientèle sont décrites afin de mettre en évidence les déficits cognitifs qui y sont associés. C'est sur la base des déficits typiques au TCC que cette clientèle est ciblée afin de répondre aux objectifs de la recherche.

Clientèle à l'étude

Choix de la clientèle

Pour atteindre les objectifs de la présente recherche, la clientèle d'enfants et d'adolescents victimes d'un TCC modéré ou sévère a été retenue. Le choix de cette clientèle repose sur le fait qu'un déficit des FEs est observé à la suite d'un TCC modéré ou sévère, en raison de l'atteinte des lobes frontaux (Anderson, Catroppa, Haritou, Morse, Pentland, Rosenfeld et al., 2001; Dalby & Obrzut, 1991; Ewing-Cobbs, Fletcher, & Levin, 1986; Fay, Jaffe, Polissar, Liao, Rivara, & Martin, 1994; Jaffe, Fay, Polissar, Martin, Shurtleff, Rivara et al., 1992, 1993; Jaffe, Polissar, Fay, & Liao, 1995; Kaufman, Fletcher, Levin, Miner, & Ewing-Cobbs, 1993; Knights, Ivan, Venturey, Bentivoglio, Stodart, Winogron et al., 1991; Lehr, 1990; Reeder & Logue, 1994; Rivara, Jaffe, Polissar, Fay, Martin, Shurtleff et al., 1994; Winogron, Knights, & Bawden, 1984; Yeates, Taylor, Barry, Drotar, Wade, & Stancin, 2001).

Le traumatisme cranio-cérébral

La survenue d'un TCC constitue la principale cause de décès chez les enfants et adolescents (30%) (Société de l'assurance automobile du Québec, 2000). Il survient au-delà de 100 000 hospitalisations par année aux États-Unis seulement dues aux TCC (Anderson et al., 2001). Selon une étude américaine (Di Scala, 1992), 9000 enfants et adolescents décèdent à la suite d'un TCC, alors que 30 000 demeurent avec de graves incapacités. Il est difficile d'obtenir l'incidence exacte des TCC chez les enfants et adolescents vivant au Québec. Il est toutefois relevé dans un document, émis par la

Société d'assurance automobile du Québec (2000), qu'avec un taux moyen de 210 pour 10 000, établi par Kraus (1995), près de 4 000 cas de TCC, tout âge confondu, seraient rapportés annuellement au Québec. Les causes d'un TCC sont multiples, mais les plus fréquentes sont : les chutes (35%), les accidents de sport ou de loisirs (29%) et les accidents de la route (24%). La gravité d'un TCC peut être légère, modérée ou sévère.

Chez les enfants victimes d'un TCC modéré ou sévère, une variété de déficits neuropsychologiques est observée, tels que des troubles de la mémoire, de l'attention, des déficits en lien avec les FEs (planification, organisation, flexibilité cognitive, etc.) ainsi que des troubles de comportements (Dalby & Obrzut, 1991; Ewing-Cobbs et al., 1986; Lehr, 1990; Michaud, Duhaime, & Gatshaw, 1993; Mottram & Donders, 2005). Ces déficits cognitifs pourraient être expliqués par les atteintes neurologiques consécutives au TCC. Ainsi, les recherches effectuées dans ce domaine démontrent que les TCC plus graves sont associés à des séquelles cognitives plus importantes (Fletcher, 1988; Levin, Ewing-Cobbs, & Eisenberg, 1995; Max, Robin, Lindgren, Smith, Sato, Mattheis et al., 1997; Schwartz, Taylor, Drotar, Yeates, Wade, & Stancin, 2003). Ces séquelles dépendent de plusieurs facteurs, particulièrement des lésions retrouvées dans les régions fronto-temporales typiques au TCC (Annoni, Gramigna, & Bogousslavsky, 2002; Catroppa, Anderson, Morse, Haritou, & Rosenfeld, 2007, 2008).

Les principaux déficits cognitifs observés après un TCC sont : une pauvre performance aux tâches de vitesse, des déficits mnésiques, des problèmes

d'apprentissage, des difficultés dans le traitement de stimuli nouveaux et complexes, des atteintes des fonctions langagières ainsi que des déficits concernant les FE et attentionnelles (Dalby & Obrzut, 1991; Ewing-Cobbs et al., 1986; Lehr, 1990; Reeder & Logue, 1994). De plus, plusieurs recherches ont mis en évidence des déficits aux tests évaluant le fonctionnement intellectuel (Fay et al., 1994; Jaffe et al., 1992, 1993; Jaffe et al., 1995; Knights et al., 1991; Winogron et al., 1984). Pour l'ensemble de ces recherches, une récupération graduelle des scores des QI (quotient intellectuel) verbal et non verbal est observée dans les 3, 6 et 12 premiers mois suivant le TCC, pour ensuite atteindre un plateau. La courbe de récupération du QI verbal serait moins prononcée que celle du QI non verbal, illustrant une meilleure préservation de l'intelligence cristallisée chez cette clientèle.

Par exemple, Anderson, Catroppa, Haritou, Morse et Rosenfeld (2005) ont voulu investiguer, entre autres, les variables post-TCC physiques, cognitives et comportementales au long cours (entre 0 et 30 mois post-TCC). L'échantillon était composé de 150 enfants (104 garçons et 46 filles), âgés entre 3 ans et 12 ans au moment du TCC, séparés en trois groupes : (1) 42 TCC légers, (2) 70 TCC modérés et (3) 38 TCC sévères. Pour chaque enfant, l'évaluation des fonctions cognitives a été effectuée à deux reprises (entre 0 et 3 mois post-TCC et à 6 mois post-TCC). D'autre part, les questionnaires évaluant les comportements ont été complétés à trois reprises par les parents (le même questionnaire a été complété pour les comportements avant le TCC ainsi qu'à 6 et 30 mois post-TCC). Les mesures utilisées pour l'évaluation des fonctions

intellectuelles étaient le *WPPSI-R* ou le *WISC-III* (selon l'âge). Pour évaluer les fonctions attentionnelles, les auteurs ont utilisé certains sous-tests du *WPPSI-R* (Maison des animaux, Phrases à mémoriser, Arithmétique) et du *WISC-III* (Code, Séquences de chiffres et Arithmétique). Quant à la mémoire, quelques sous-tests du *Wide Range Assessment of Memory and Learning (WRAML)* ont été administrés (Mémoire d'histoires, Mémoire de dessins, Apprentissage visuel). Les comportements ont été évalués à l'aide des questionnaires suivants : *Rowe Behavioural Rating Inventory*, *Personality Inventory for Children* et *Vineland Adaptive Behaviour Scale*. L'étude de la relation entre la gravité (TCC léger, modéré ou sévère) et la récupération de chaque domaine (physique, cognitif et comportemental) à travers le temps a été effectuée à l'aide d'analyses statistiques multivariées à mesures répétées. Quand les analyses étaient significatives, une analyse post-hoc était effectuée. Les résultats ont démontré une amélioration dans les mesures d'habiletés intellectuelles et de l'attention à travers le temps. De plus, une différence significative a été relevée pour les fonctions mnésiques non verbales (TCC sévères réussissant moins bien que les deux autres groupes), mais aucune différence n'a été relevée entre les groupes concernant les fonctions mnésiques verbales. Quant aux problèmes comportementaux (la réalisation des activités de la vie quotidienne, la socialisation, la communication), à long terme (après 30 mois), les TCC sévères démontraient une détérioration plus grande que les autres groupes (52% chez les TCC sévères comparativement à 36% chez les TCC modérés et 12% chez les TCC légers).

Barry, Taylor, Klein et Yeates (1996) se sont également intéressés aux séquelles cognitives post-TCC chez des enfants âgés entre six et douze ans. L'échantillon était composé de deux groupes : le premier comprenait 69 enfants ayant subi un TCC modéré (39 enfants) ou sévère (30 enfants) et de 53 enfants ayant des blessures orthopédiques (groupe contrôle dont les critères étaient d'être âgés entre six et douze ans, d'avoir été hospitalisés au moins une nuit pour une blessure orthopédique sans perte de conscience et sans TCC léger, et n'avoir aucun antécédent d'atteinte du système nerveux central). L'évaluation cognitive a été réalisée immédiatement après le TCC et six mois plus tard, à l'aide des tests suivants : *Woodcock Johnson Test of Achievement-Revised*, *WISC-III*, *Boston Naming Test*, *Controlled Oral Word Association*, *Clinical Evaluation of Language Fundamentals-Revised*, *Sentence Structure*, *Recalling Sentences*, *Developmental Test of Visual Motor Integration*, *Grooved Pegboard Test*, *CVLT-C*, *Continuous Performance Test-3*, *Underlining subtests*, *Contingency Naming Test*. En résumé, les symptômes cognitifs les plus fréquents chez les participants atteints de TCC immédiatement après l'incident étaient des problèmes de mémoire, de concentration, de coordination, d'attention, de confusion ainsi que des difficultés à suivre des directives. À six mois post-TCC, les symptômes cognitifs rapportés les plus fréquemment étaient les problèmes de mémoire, les problèmes à suivre des directives, des problèmes de concentration et d'attention, ainsi que des problèmes de compréhension. La plupart des symptômes présents immédiatement après le TCC étaient également présents à six mois post-TCC, à l'exception de la confusion et des problèmes de coordination qui étaient moins fréquents. À l'aide d'analyses statistiques, les auteurs ont démontré que les

symptômes étaient plus fréquents chez les enfants TCC modérés ou sévères que chez ceux ayant subi une blessure orthopédique, et ce, autant immédiatement après l'accident que six mois plus tard. Les enfants ayant subi un TCC sévère présentaient plus de symptômes cognitifs que ceux ayant subi un TCC modéré. Les symptômes neurocomportementaux seraient également corrélés avec la gravité de la blessure dans les premiers six mois (impulsivité, changement d'humeur, colère, hyper- ou hypoactif, agressivité, dépression).

Récemment, Kennedy et son équipe (Kennedy, Coelho, Turkstra, Ylvisaker, Sohlberg, Yorkston et al., 2008) ont colligé, dans une méta-analyse, les résultats de 15 études portant sur les traitements ou les interventions visant l'amélioration de certaines FE déficitaires auprès d'une clientèle TCC adultes. Ces auteurs ont pu recueillir un total de 268 participants (169 hommes et 99 femmes) avec un âge moyen de 17,90 ans. Dans chacune des études, l'évaluation des déficits a été faite à long terme de façon à identifier les déficits chroniques et à éliminer les déficits qui s'étaient résorbés à la suite de la récupération spontanée. Environ la moitié de ces études (six sur quinze) a également évalué la gravité des déficits immédiatement après le trauma. Les FE suivantes se sont avérées déficitaires chez la majorité des participants et elles faisaient l'objet de programmes d'interventions dans chacune des études : la résolution de problèmes, la planification, l'organisation et l'exécution de tâches multiples. Les programmes d'interventions ciblaient différents aspects de ces fonctions : la résolution de problèmes sociaux ou comportementaux, la gestion du temps, la gestion des

comportements, l'identification de solutions et la prise de décisions, l'utilisation de l'auto-régulation dans la planification d'activités complexes, le raisonnement verbal, la réalisation d'activités complexes à l'aide d'indices, l'utilisation de stratégies d'organisation durant des activités fonctionnelles et l'entraînement aux « double-tâches ». Ces fonctions cognitives, associées aux FE, s'avéraient des fonctions atteintes chez cette clientèle. Il est intéressant de constater que dans ces études, malgré les différentes approches d'interventions utilisées, des similitudes ont été identifiées concernant les stratégies d'interventions. En effet, 10 études sur les 15 ont utilisé des stratégies métacognitives : des stratégies d'auto-contrôle, d'auto-enregistrement des performances, de prise de décisions centrée sur des buts et d'ajustements ou de modifications de plans en fonction d'auto-évaluation ou de rétroactions externes. D'autre part, toutes les études ont mis en évidence des répercussions positives (*outcomes*) immédiatement après le traitement, selon des analyses qualitatives et quantitatives. La majorité des études rapportaient également le maintien ou la généralisation des acquis. Les interventions de type « *Metacognitive strategy instruction* » se sont avérées efficaces et elles sont recommandées pour la clientèle adulte. L'efficacité globale des interventions demeurerait toutefois difficile à démontrer, compte tenu des réponses subjectives des participants concernant l'amélioration des fonctions travaillées et des caractéristiques de chacun d'eux (gravité des déficits, implication, personnalité, etc.). Finalement, les auteurs sont demeurés prudents quant aux recommandations cliniques concernant d'autres clientèles (enfants et personnes

âgées) et ils ont souligné l'importance de poursuivre les recherches avec ces clientèles dans le futur.

Globalement, les résultats des études précédentes démontrent que le fonctionnement cognitif des enfants (et des adultes) qui ont subi un TCC est déficitaire dans différents domaines et que la gravité du TCC est liée à la gravité des déficits. Par ailleurs, les FEs semblent déficitaires de façon plus permanente dans le temps tandis que la récupération du fonctionnement intellectuel semble meilleure, ou du moins semble avoir un profil de récupération différent de celui des FEs. Pour toutes ces raisons, la clientèle des enfants et adolescents ayant subi un TCC apparaît une clientèle intéressante pour l'objet de la présente recherche dont les objectifs sont présentés dans la section suivante.

Objectifs de recherche

Cette section vise à rappeler au lecteur les objectifs de la présente recherche dont le rationnel et la formulation ont été présentés dans les sections précédentes. Cette thèse vise trois objectifs.

Plusieurs auteurs ont démontré qu'un test peut couvrir différentes composantes de la cognition et que la multifactorialité (ou les « multidimensions ») d'un test donné peut être à l'origine de la polémique portant sur ce que mesure réellement ce test. Pour cette raison, et dans le but d'aider l'interprétation clinique des tests neuropsychologiques, le

premier objectif de la présente recherche est d'identifier les différents construits cognitifs mesurés par des tests fréquemment utilisés en neuropsychologie, soit des mesures permettant l'évaluation du fonctionnement intellectuel (*WISC-III*), de l'apprentissage verbal (*CVLT-C*), de la mémoire visuelle (*Figure complexe de Rey-Osterrieth*) et des FEs (*WCST*). Il s'agira d'identifier, à l'aide d'analyses factorielles, si plusieurs construits cognitifs émergent des tests retenus.

Le deuxième objectif se veut en continuité avec le premier objectif. Dans l'éventualité où plusieurs construits émergent d'un même test, quels sont les construits associés aux FEs? Par exemple, de quelle façon sont évaluées les FEs à partir des tests de mémoire? Plus spécifiquement, le deuxième objectif s'intéresse à la façon dont les FEs peuvent être évaluées à partir de l'utilisation « novatrice » de tests. Le terme « novatrice » renvoie à l'utilisation de tests selon les modèles récents de la psychologie cognitive afin de voir la contribution des FEs lors de l'évaluation d'autres fonctions. Le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* permettront, dans la présente étude, de répondre au deuxième objectif (dans le prochain chapitre, la description de chaque test est présentée, ce qui aidera le lecteur à comprendre de quelle façon l'utilisation de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*, malgré sa conception en 1944, peut être considérée comme étant novatrice).

Le troisième objectif porte sur les similitudes et les dissemblances entre le fonctionnement intellectuel et les FEs. À partir des construits qui renvoient aux FEs et

qui ont été identifiés pour chacun des tests nommés précédemment, quels sont les construits liés à ceux identifiés à partir de l'échelle du fonctionnement intellectuel? Il s'agit de déterminer si des variables mesurées à partir de l'échelle d'intelligence de Wechsler sont associées à d'autres variables mesurées par des tests neuropsychologiques et employés pour l'évaluation des FEs. Le troisième objectif de la présente étude est donc de vérifier si l'intelligence et les FEs sont des concepts similaires ou différents.

Dans le chapitre qui suit, la démarche méthodologique choisie pour répondre aux objectifs sera présentée. Cette section présentera la description des participants, les instruments psychométriques et la procédure de la recherche.

Méthode

Les sections qui composent le présent chapitre sont les suivantes : la description des participants, la description des mesures psychométriques retenues pour la recherche, la procédure du dépouillement des dossiers médicaux et neuropsychologiques, et finalement, la description de l'accord inter-juges pour la classification de la gravité du TCC.

Il est important de mentionner que la présente recherche est de type rétrospectif. De ce fait, les données sont tirées d'un dépouillement de dossiers et seul le consentement des membres de la direction des services professionnels fut nécessaire pour l'accès aux dossiers des participants. À noter également que le lecteur trouvera, à la fin de ce chapitre (p. 69), le Tableau 7 qui fait la synthèse de l'ensemble des variables retenues pour la présente recherche.

Participants

La sélection des participants a été réalisée en trois étapes. À partir d'une possibilité de 496 participants, une première sélection a été faite selon les deux critères suivants : avoir un seul diagnostic de TCC modéré ou sévère présent au dossier et être âgé entre six et dix-huit ans au moment du TCC. Des 496 participants, 283 ont été retenus. Les dossiers non retenus concernaient des enfants ayant un diagnostic autre qu'un TCC

modéré ou sévère (TCC léger, antécédent de TCC, déficience intellectuelle, épilepsie, malformations cérébrales, accident vasculo-cérébral, trouble envahissant du développement ou troubles psychiatriques) ou des enfants qui n'étaient pas âgés entre six et dix-huit ans. Cette sélection a été faite dans un but d'homogénéité par rapport au portrait cognitif d'un TCC. De plus, les critères mesurant la gravité du TCC ayant changé entre 1988 et 2005, un accord inter-juges fut instauré afin d'obtenir une classification plus exacte en regard des critères de gravité actuellement reconnus et utilisés dans le domaine de la neurotraumatologie (voir Tableau 1 pour les critères de gravité).

Des 283 participants retenus, 173 ont été retranchés en raison d'un dossier neuropsychologique incomplet (tests administrés incomplets ou non disponibles). Finalement, l'échantillon se compose de 110 enfants (66 garçons et 44 filles) ayant subi un TCC modéré ($N = 79$) ou sévère ($N = 31$) âgés entre six et dix-huit ans et qui ont été hospitalisés entre 1988 et 2005 au Centre de Réadaptation Marie Enfant de l'Hôpital Sainte-Justine de Montréal (CRME) au programme de neurotraumatologie. La moyenne d'âge de ces enfants au moment du TCC est de 12.93 ans (écart-type de 2.86) et de 13.44 ans (écart-type de 2.62) au moment de l'évaluation neuropsychologique. Ces enfants ont été évalués par le même neuropsychologue, soit le Dr Gilbert Desmarais du CRME.

Tableau 1

Critères de gravité d'un traumatisme cranio-cérébral^a

Critère diagnostique	TCC modéré	TCC sévère
Glasgow Coma Scale	9-12	3-8
Durée du coma	30 minutes à 6 heures, limite de 24 heures	Obligatoirement plus de 6 heures
Durée de l'amnésie post-traumatique	1-14 jours	Plusieurs semaines
Lésions neurologiques	Scan et/ou IRM : généralement positifs	Scan et/ou IRM : positifs

^aSource : Cadre de référence clinique pour l'élaboration de programmes de réadaptation pour la clientèle ayant subi un traumatisme cranio-cérébral, enfants-adolescents. Société d'assurance automobile du Québec, 2000, p. 44.

Instruments psychométriques

Wechsler Intelligence Scale for Children (3^e édition)

Le *WISC-III* est une échelle d'intelligence développée par Wechsler (1991). En 1961, il a décrit l'intelligence comme étant la capacité globale ou complexe de l'individu d'agir dans un but déterminé, de penser rationnellement, et d'avoir des rapports utiles avec son milieu (Vaz, 2003). Il a adopté une démarche empirique pour bâtir ses épreuves. Certains tests, déjà existants, ont été adaptés, tels les cubes de *Kohs* et les *Labyrinthes de Porteus* (Vaz, 2003). Dix épreuves obligatoires composent l'échelle

d'intelligence (trois sont optionnelles) et elles permettent d'obtenir le score du QI global, correspondant à l'ensemble des résultats pondérés des sous-tests suivants : Connaissances, Compréhension, Similitudes, Arithmétique, Vocabulaire, Assemblage d'objets, Blocs, Images à compléter, Code et Arrangements d'images. Les trois épreuves optionnelles sont : Repérage de symboles, Séquences de chiffres et Labyrinthes.

Quant au QI verbal, qui correspond à l'échelle verbale, il peut être calculé à l'aide des scores pondérés des sous-tests suivants : Connaissances, Compréhension, Similitudes, Arithmétique et Vocabulaire. Finalement, le QI non verbal, correspondant à l'échelle de performance, est calculé à partir des scores pondérés des sous-tests suivants : Assemblage d'objets, Blocs, Images à compléter, Code et Arrangements d'images.

Quatre autres scores peuvent être obtenus afin d'estimer d'autres aptitudes cognitives : la Compréhension verbale, l'Organisation perceptive, la Vitesse de traitement et la Résistance à la distraction. Le résultat à l'échelle de Compréhension verbale s'obtient en accumulant les résultats pondérés des sous-tests suivants : Connaissances, Similitudes, Vocabulaire et Compréhension. De même, le résultat à l'échelle d'Organisation perceptive se calcule en additionnant le résultat aux sous-tests suivants : Images à compléter, Arrangement d'images, Blocs et Assemblage d'objets. Quant au résultat à l'échelle de Vitesse de traitement, il est obtenu en accumulant les résultats des sous-tests suivants : Code et Repérage de symboles. Finalement, le résultat

à l'échelle de Résistance à la distraction est calculé en additionnant les résultats aux sous-tests suivants : Arithmétique et Séquences de chiffres. Le résultat obtenu pour chacun de ces sous-tests est transformé selon des tables de normalisation en fonction de l'âge du participant. Le résultat moyen pour chacune des échelles mentionnées précédemment est de 100 avec un écart-type de 15.

Les sous-tests retenus pour la présente recherche étaient : Connaissances, Compréhension, Similitudes, Arithmétique, Vocabulaire, Séquences de chiffres, Assemblage d'objets, Blocs, Images à compléter, Arrangements d'images, Code et Recherche de symboles (voir Tableau 2 pour la description des sous-tests). Le résultat brut à chacun des sous-tests a été transformé en résultat pondéré dont la moyenne est de 10 avec un écart-type de 3. Les QI (global, verbal et non verbal) ainsi que les quatre indices (Compréhension verbale, Organisation perceptive, Vitesse de traitement et Résistance à la distraction) ont également été retenus pour les analyses statistiques de la recherche. À partir de cette échelle d'intelligence, toutes les variables du *WISC-III* (12) étaient donc disponibles pour chacun des participants (voir Tableau 7 pour la liste des variables, p. 69). Le seul sous-test non retenu était Labyrinthes, puisqu'il s'agissait d'un sous-test optionnel qui n'était inclus ni dans le calcul du QI, ni dans celui d'aucun des indices.

Tableau 2

Description des sous-tests sélectionnés du *WISC-III*^a

Sous-test retenu	Description
Connaissances	Ce sous-test est composé de 30 questions, lues oralement par l'examineur, portant sur des connaissances générales
Similitudes	Dans ce sous-test, composé de 19 paires d'items qui sont lues par l'examineur, le participant est appelé à expliquer en quoi deux items sont semblables.
Arithmétique	Ce sous-test est constitué de 24 problèmes mathématiques, se présentant du plus simple au plus complexe, exposés oralement par l'examineur. Le participant doit résoudre mentalement les problèmes.
Vocabulaire	Dans ce sous-test, le participant est appelé à donner une définition de chaque mot qui lui est lu. Ce sous-test est composé de 30 items classés hiérarchiquement en fonction de leur degré de difficulté.
Compréhension	Dans ce sous-test, l'examineur lit au participant des énoncés évaluant les connaissances acquises, le raisonnement pratique. Ce sous-test est composé de 18 items.
Séquences de chiffres	Ce sous-test comporte deux parties; dans la première partie, le participant doit répéter des séquences de deux à neuf chiffres et, dans la deuxième partie, le participant doit dire des séquences de deux à huit chiffres dans l'ordre inverse qu'ils lui ont été présentés.
Images à compléter	Dans ce sous-test, constitué de 30 images, le participant doit identifier la partie manquante du dessin
Code	Ce sous-test consiste en une série de chiffres allant de un à neuf et de symboles sans signification associés à chacun des chiffres. Le participant se trouve devant plusieurs lignes composées de deux rangées de carrés juxtaposés. La première rangée contient des chiffres et l'autre contient des carrés blancs. Le participant doit compléter, le plus rapidement possible, ces carrés vides en y indiquant le symbole correspondant au chiffre.
Arrangement d'images	Dans ce sous-test, des séries de cartes mélangées sont présentées au participant et ce dernier doit les remettre en ordre afin de former une histoire logique.
Blocs	Dans ce sous-test, le participant doit utiliser des blocs de couleur rouge et blanc, tous pareils, afin de reproduire les mêmes constructions que celles faites par l'examineur ou celles qui sont dessinées dans un livret.
Assemblage d'objets	Ce sous-test est composé de différents dessins, découpés en morceaux et représentant des objets communs. Le participant doit assembler les pièces des casse-tête.
Repérage de symboles	Dans ce sous-test, le participant doit tenir compte de deux symboles et dire si oui ou non, l'un des deux symboles se retrouve dans une série de symboles différents.

^aLezak, 1995; Spreen & Strauss, 1998 (Traduction libre).

California Verbal Learning Test for Children

Ce test, conçu pour les enfants par Delis, Kramer, Kaplan et Ober (1994), est employé principalement pour l'évaluation des fonctions mnésiques verbales. Il consiste en deux listes de 15 mots (Liste A et Liste B) pouvant être regroupés par catégories sémantiques. Les catégories sémantiques de la Liste A sont des fruits, des jouets et des vêtements et celles de la Liste B sont des desserts, des meubles et des fruits. L'examineur procède en lisant à haute voix les mots de la Liste A au participant à cinq reprises et ce dernier doit évoquer tous les mots dont il se rappelle après chacun des cinq essais. Ensuite, le même exercice est fait avec la Liste B, mais à une seule reprise cette fois. Cette deuxième liste a été créée afin de provoquer un effet d'interférence avec les rappels des mots de la Liste A. Immédiatement après le rappel des mots de la Liste B, le participant doit évoquer les mots de la Liste A de façon spontanée (rappel immédiat libre). Par la suite, l'examineur nomme chacune des catégories sémantiques de la Liste A et le participant doit nommer les mots contenus dans chacune d'elles (rappel immédiat indicé). Après un délai de 20 minutes, le participant doit rappeler les mots de la Liste A spontanément (rappel différé libre) ainsi que par catégories sémantiques (rappel différé indicé). Une tâche de reconnaissance, contenant 45 mots (tous les mots de la Liste A, cinq mots de la Liste B, des mots appartenant aux mêmes catégories sémantiques que ceux la Liste A et de la Liste B, des mots phonétiquement similaires à ceux de la Liste A et des mots sans aucun lien avec ceux la Liste A) est ensuite administrée. Le participant doit dire si les mots appartiennent ou non à la Liste A.

Ce test a été conçu pour évaluer l'interaction entre la mémoire verbale et les habiletés conceptuelles. Il met également en valeur les stratégies d'apprentissage du participant ainsi que ses capacités de formation de concepts. Dans le cadre de la présente recherche, la correction de ce test a été faite à l'aide d'un logiciel de correction (*CVLT-C Scoring Assistant User's Guide Windows version*) (Fridlund & Delis, 1994) et 19 variables ont été retenues pour chacun des participants. Les résultats sont en score Z. Le Tableau 7 permet une vue d'ensemble des variables retenues pour chacun des tests (p. 69 du présent document), alors que le Tableau 3 décrit chacune des variables du *CVLT-C*.

Figure complexe de Rey-Osterrieth

La *Figure complexe de Rey-Osterrieth* (Osterrieth, 1944; Rey, 1941) est une figure géométrique comportant une structure de base et des détails. Selon la méthode de Meyers et Meyers (1995), le participant doit copier la figure sur une feuille blanche. La figure et la copie faite par le participant sont retirées et l'évaluateur demande au participant de redessiner immédiatement la figure de mémoire sur une autre feuille blanche, sans qu'il n'ait été informé au préalable qu'il aurait à le faire de mémoire. Après un délai variant de 15 à 60 minutes (mais ne dépassant pas une heure), le participant doit redessiner la figure de mémoire. Une tâche de reconnaissance, comportant 24 items dont 12 étant des parties de la figure originale, lui est ensuite administrée. Le participant doit identifier correctement ces 12 parties (Lezak, 1995; Spreen & Strauss, 1998).

Tableau 3

Description des variables sélectionnées du *CVLT-C*^a

Variables	Description
Essais 1 à 5	Total de bonnes réponses aux cinq premiers essais.
Rappel immédiat libre	Total de bonnes réponses évoquées spontanément (sans l'aide d'indice) de la liste A, immédiatement après la présentation de la liste B.
Rappel immédiat indicé	Total de bonnes réponses évoquées à l'aide d'indices (catégories données par l'examineur), immédiatement après la présentation de la liste B.
Rappel différé libre	Total de bonnes réponses évoquées spontanément (sans l'aide d'indice) de la liste A, après un délai de 20 à 30 minutes.
Rappel différé indicé	Total de bonnes réponses évoquées à l'aide d'indices (catégories données par l'examineur), après un délai de 20 à 30 minutes.
Consistance	Proportion de bonnes réponses évoquées lors des cinq premiers essais ainsi que dans les rappels subséquents.
Intrusions aux rappels indicés	Nombre total d'intrusions (réponse qui n'appartient pas à la liste de mots) commis par l'enfant lors des rappels indicés immédiat et différé.
Reconnaissance	Identification des mots de la liste A parmi une liste de 45 mots.
Faux positifs	Nombre de mots ne faisant pas partie de la liste A, mais dont l'enfant identifie faussement comme faisant partie de cette liste lors de la tâche de Reconnaissance.
Liste B vs Essai 1	Mesure de contraste entre le nombre de bonnes réponses au rappel de la liste B et au premier essai de la liste A.
Liste B	Total de bonnes réponses au rappel de la liste B.
Intrusions aux rappels libres	Nombre total d'intrusions commis par l'enfant lors des rappels immédiat et indicé.
Persévérations	Réponse qui a déjà été dite au cours d'une même tâche.
Regroupement sériel	Évocation de mots dans le même ordre qu'ils ont été présentés.
Regroupement sémantique	Évocation consécutive de mots d'une même catégorie.
Courbe d'apprentissage	Nombre moyen de mots nouveaux évoqués par l'enfant à chacun des cinq premiers essais.
Effet de primauté	Les quatre premiers mots évoqués des listes A ou B.
Effet de récence	Les quatre derniers mots évoqués des listes A ou B.
Rappel immédiat vs essai 5	Mesure de contraste entre le nombre de bonnes réponses au rappel immédiat et au cinquième essai.

^aFridlund & Delis, 1994 (Traduction libre).

Ce test permet l'évaluation de plusieurs processus cognitifs, dont la planification, l'organisation et la résolution de problèmes de même que les fonctions perceptives, motrices et mnésiques non verbales (Lezak, 1995; Spreen & Strauss, 1998).

Pour chacun des participants, un score (sur un total de 36 points) était accordé pour la copie, le rappel immédiat et le rappel différé. Ensuite, à l'aide de la grille *Boston Qualitative Scoring System for the Rey-Osterrieth Complex Figure* (Stern, Singer, Duke, Singer, Morey, Daughtrey et al., 1994), un score était accordé pour la planification, le nombre d'intrusions et le nombre de persévérations (pour la copie seulement).

Deux étudiantes au doctorat en psychologie à l'université du Québec à Trois-Rivières ont corrigé ce test. Elles ont utilisé les critères de Meyers et Meyers (1995) pour la correction de la copie, du rappel immédiat et différé. Selon les critères qualitatifs développés par Stern et son équipe (1994), des points étaient accordés (de 1 = déficit extrême à 5 = aucun déficit) pour la qualité de la planification, la présence d'intrusions et de persévérations lors de la copie de la figure (critères développés pour la mesure de FEs).

Compte tenu que la cotation de ces trois indices de FEs (planification, intrusions, persévérations) comporte un aspect subjectif, un accord inter-juges a été calculé pour chacune des copies faites par les participants. Les résultats obtenus étaient les suivants :

99,1% d'accord pour le critère de planification, 97,3% pour le critère de persévérations et 96,4% pour le critère d'intrusions. Les copies pour lesquelles les deux juges n'étaient pas en accord ont été recorrigées pour qu'il y ait unanimité. À partir de ce test, six variables étaient donc disponibles pour chacun des participants. Le Tableau 7 dresse la liste des variables de tous les tests retenus (p. 69 du présent document), alors qu'au Tableau 4, la description des six variables de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* est détaillée.

Wisconsin Card Sorting Test

Ce test, conçu par Grant et Berg en 1948 et révisé par Heaton, Chelune, Talley, Kay et Curtiss en 1993, consiste en quatre cartes placées devant le participant. Un triangle rouge est dessiné sur la première carte, deux étoiles vertes sur la deuxième, trois croix jaunes sur la troisième et quatre cercles bleus sur la quatrième. Le participant reçoit deux paquets de 64 cartes-réponses sur lesquelles sont imprimées des figures semblables à celles des quatre cartes, variant en couleur, en formes géométriques et en nombre d'éléments. Le participant doit associer chacune des cartes avec l'une des quatre cartes en tenant compte de la rétroaction de l'examineur qui lui dit si la carte est bien associée ou non. Le participant doit arriver à faire deux séries de trois catégories (forme-nombre-couleur). Une catégorie est réussie lorsque le participant associe correctement 10 cartes consécutivement (Spreen & Strauss, 1998). Ce test est reconnu pour mesurer différentes FE, dont le raisonnement abstrait et la résolution de

Tableau 4

Description des variables sélectionnées de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*^a

Variable	Description
Copie	Nombre d'items correctement reproduits, en tenant compte de la dimension et de l'emplacement.
Planification	Qualité de la planification avec laquelle la personne a reproduit le dessin (utilisation de crayons de couleurs).
Intrusions	Nombre d'items dessinés ne faisant pas partie de la figure originale.
Persévérations	Nombre d'items dessinés à plus d'une reprise.
Rappel immédiat	Nombre d'items dessinés de mémoire, sans délai de temps.
Rappel différé	Nombre d'items dessinés, après un délai de 20 à 30 minutes.

^a Stern et al., 1994 (Traduction libre).

problème (le participant doit trouver lui-même la règle du jeu), la flexibilité cognitive (le participant doit adapter sa stratégie comportementale en fonction de la règle qui change sans qu'il en soit averti), la capacité d'abstraction, la planification stratégique, une recherche organisée, l'habileté à tenir compte de la rétroaction de l'environnement pour se réajuster et la capacité à se centrer sur un but (Botez-Marquard & Boller, 2005; Braun, 1997). Les persévérations (une des variables mesurées par ce test) sont les

variables qui seraient le plus fortement associées aux lésions préfrontales (Braun, 1997). La correction de ce test a été faite à l'aide d'un logiciel de correction (*Wisconsin Card Sorting Test*, version 4). Les participants recevaient un score pour chacune des six variables calculées. Le Tableau 7 présente la liste des variables (p. 69 du présent document), alors que le Tableau 5 détaille chacune de ces six variables.

Procédure de dépouillement des dossiers

La première étape de la recherche consistait au dépouillement des dossiers médicaux des participants à l'aide d'une grille d'analyse (voir Appendice B) avec laquelle étaient colligées toutes les données disponibles et pertinentes à la présente recherche, soit les informations sociodémographiques, les éléments entourant l'accident, les données neurologiques et les données prémorbides.

Le dépouillement des dossiers neuropsychologiques a été fait parallèlement au dépouillement des dossiers médicaux à l'aide d'une deuxième grille d'analyse (Appendice C) qui recensait les résultats aux tests neuropsychologiques sélectionnés de tous les participants.

Accord inter-juges pour la classification de la gravité du TCC

La gravité du TCC de chacun des participants a été établie selon les critères actuels de classification par le chercheur principal, Catherine Pothier, ainsi que Caroline Champagne, étudiante au doctorat en psychologie spécialisée avec cette clientèle.

Tableau 5

Description des variables sélectionnées du *WCST*^a

Variable	Description
Persévérations	Nombre de réponses incorrectes qui répondent au principe de persévération, i.e. répétition d'une réponse incorrecte correspondant à une caractéristique d'une carte réponse (couleur, forme ou nombre), qui n'est pas la bonne caractéristique au moment où le sujet donne cette réponse.
Catégories complétées	Nombre de séries de dix bonnes réponses consécutives.
Capacité d'apprentissage	Calcul statistique concernant le pourcentage d'erreurs par rapport au nombre de catégories complétées ou tentées et ce, pour chacune des catégories.
Erreurs non persévératives	Nombre de réponses incorrectes qui ne répondent pas au principe de persévération, i.e. réponse incorrecte correspondant, ou non, à une des trois caractéristiques d'une carte réponse.
Échec au maintien d'une catégorie	Lorsque le participant fait cinq bons placements selon une catégorie, mais qu'il commet une erreur ensuite et que la catégorie ne peut être complétée.
Essais pour compléter 1 ^{re} catégorie	Nombre de cartes utilisées avant de découvrir la première catégorie.

^a Heaton et al., 1993 (Traduction libre).

Toutes les données neuroradiologiques et les éléments entourant l'accident (durée de l'amnésie post-traumatique, durée du coma, etc.) étaient disponibles dans le dossier médical des participants. Un accord inter-juges a été instauré et 92,7% d'accord a été obtenu. Les dossiers des participants pour lesquels les deux juges n'étaient pas en accord ont été révisés afin d'obtenir une unanimité, par discussion entre les deux juges, sur le niveau de gravité du TCC de tous les participants. Ceci a mené à l'identification de 79 participants dont le TCC était sévère et 31 dont le TCC était modéré.

De plus, à la lecture des examens neuroradiologiques des participants, chaque juge devait statuer sur la présence ou l'absence de ces différentes variables : (1) atteintes cérébrales confirmées aux examens neuroradiologiques (peu importe l'examen : tomodensitométrie cérébrale, imagerie cérébrale par résonance magnétique, etc.), (2) atteinte de l'hémisphère cérébral droit, de l'hémisphère cérébral gauche ou bilatérale, (3) atteintes corticales et sous-corticales et (4) atteintes frontales, temporales, pariétales et occipitales. Le Tableau 6 présente les résultats de l'accord inter-juges instauré pour chacune de ces variables. Les données des participants qui faisaient l'objet de désaccord entre les juges concernant les données neuroradiologiques ont été revérifiées par les juges afin d'obtenir un résultat unanime.

Le prochain chapitre expose les analyses statistiques effectuées et les résultats obtenus en fonction des trois objectifs de recherche. Il est divisé de la façon suivante : le

Tableau 6

Résultats de l'accord inter-juges pour les données neuroradiologiques

Variable	Pourcentages d'accord
Atteintes cérébrales aux examens neuroradiologiques	98,1
Hémisphère atteint	84,5
Atteinte corticale	77,3
Atteinte sous-corticale	96,4
Atteinte frontale	89,1
Atteinte temporale	90,0
Atteinte pariétale	87,3
Atteinte occipitale	87,3

traitement préliminaire des données, les analyses statistiques effectuées pour chacun des quatre tests retenus et permettant de répondre aux premier et deuxième objectifs, et finalement, les analyses statistiques nécessaires pour répondre au troisième objectif. Les deux premiers objectifs reposent sur des analyses factorielles. Deux types d'analyses statistiques ont été effectués pour répondre au troisième objectif, soit des analyses corrélationnelles et des analyses factorielles.

Tableau 7

Variables disponibles pour chacun des tests retenus

Test	Nombre de variables	Nom des variables
<i>WISC-III</i>	12	Connaissances/ Similitudes/ Arithmétique/ Vocabulaire/ Compréhension/ Séquences de chiffres/ Images à compléter/ Code/ Arrangements d'images/ Blocs/ Assemblage d'objets/ Recherche de symboles
<i>CVLT-C</i>	19	Essais 1 à 5/ Rappel immédiat libre/ Rappel immédiat indicé/ Rappel différé libre/ Rappel différé indicé/ Consistance/ Intrusions aux rappels indicés/ Reconnaissance/ Faux positifs/ Liste B vs Essai 1/ Liste B/ Intrusions aux rappels libres/ Persévérations/ Regroupement sériel/ Regroupement sémantique/ Courbe d'apprentissage/ Effet de primauté/ Effet de récence/ Rappel immédiat vs essai 5
<i>Figure complexe de Rey- Osterrieth</i>	6	Copie/ Persévérations/ Intrusions/ Planification/ Rappel différé/ Rappel immédiat
<i>WCST</i>	6	Persévérations/ Catégories complétées/ Capacité d'apprentissage/ Erreurs non persévératives/ Maintien d'une catégorie/ Essais pour compléter 1 ^{re} catégorie

Résultats

Cette section vise à présenter les résultats des analyses statistiques qui permettront de se positionner par rapport aux objectifs qui ont été émis précédemment. Cette section est organisée en trois parties. Le lecteur trouvera dans la première partie les informations relatives aux traitements des données qui ont été faits avant d'effectuer les analyses statistiques. Le lecteur trouvera en deuxième partie les analyses statistiques qui permettront de répondre aux deux premiers objectifs. Cela sera réalisé à l'aide d'analyses factorielles appliquées à chacun des tests utilisés, soit le *WISC-III*, le *CVLT-C*, la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et le *WCST*. Les analyses factorielles permettront de vérifier si chaque test mesure plus d'un construit (premier objectif) et d'identifier les construits exécutifs à partir de l'utilisation « novatrice » de tests, soit les deux tests de mémoire et d'apprentissage (*CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*) (deuxième objectif). Des tableaux illustrant les résultats des analyses effectuées pour chacun des tests sont insérés dans la partie où le test en question est présenté. La troisième partie de cette section vise à présenter les résultats qui permettront de répondre au troisième objectif de l'étude, c'est-à-dire de voir les ressemblances et dissemblances entre les fonctions intellectuelles et exécutives. Cette troisième partie se fera en trois étapes. D'abord, les corrélations de Pearson obtenues entre les scores au *WCST* et ceux obtenus au *WISC-III* permettront de mettre en lumière les liens entre les deux types de fonctions. Ensuite, une analyse factorielle faite, d'une part, avec des facteurs reflétant les FE, tel qu'obtenus dans les analyses précédentes

avec le *CVLT-C*, la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et le *WCST* et, d'autre part, avec les facteurs issus du *WISC-III* qui reflètent les fonctions intellectuelles, permettra de voir ce qui est commun ou non aux deux types de fonctions. La troisième étape consiste à présenter les résultats d'un autre type d'analyses statistiques : les analyses de corrélations canoniques. Il s'agit d'une méthode statistique différente de celle présentée à la deuxième étape (analyses factorielles), dont le but est toutefois le même, c'est-à-dire d'identifier les différences et ressemblances entre les FEs et l'intelligence. La comparaison des résultats des analyses factorielles et de ceux des analyses de corrélations canoniques permettra des conclusions plus justes et nuancées par rapport au troisième objectif de recherche.

Traitement préliminaire des données

Des analyses statistiques sont effectuées à partir des scores obtenus aux tests neuropsychologiques et à partir des données descriptives recueillies dans les dossiers des participants, à l'aide du programme SPSS (version 12). Le lecteur peut se référer à l'Appendice D pour consulter les tableaux des matrices de corrélations entre toutes les variables des tests sélectionnés. Des analyses factorielles exploratoires en axes principaux (*principal axis factoring*) ont été retenues afin d'identifier les composantes ou facteurs sous-jacents aux tests. Des analyses factorielles confirmatoires auraient pu être utilisées pour deux des quatre tests à l'étude (*WISC-III* et *CVLT-C*), considérant que des recherches ont déjà été faites afin d'identifier les facteurs sous-jacents à ces tests et qui ont été présentées dans le Contexte théorique du présent document. Les analyses

factorielles de type exploratoire ont toutefois été préférées aux analyses factorielles confirmatoires pour les raisons suivantes : (1) par soucis d'uniformité, c'est-à-dire pour utiliser la même démarche statistique pour chacun des tests et (2) en raison de la clientèle particulière à l'étude. Il ne s'agit pas d'une population dite « normale », mais bien d'enfants avec un TCC dont le profil cognitif peut varier en fonctions de nombreuses variables, ce qui peut avoir une incidence sur les facteurs extraits dans les analyses statistiques. Par exemple, les facteurs extraits dans les études peuvent varier selon la gravité du traumatisme, soit léger, modéré ou sévère).

Pour la présente recherche, les composantes ou facteurs identifiés correspondent à des construits cognitifs (variables latentes) mesurées par les variables manifestes (résultats aux épreuves neuropsychologiques). Les facteurs identifiés ont été déterminés à l'aide de l'examen des *Eigenvalues* (plus grand que 1,00). Dans tous les cas, des rotations obliques (oblimin) ont d'abord été effectuées afin de vérifier l'ampleur des corrélations entre les facteurs. La solution de la rotation oblique était conservée pour la présentation des résultats lorsque les corrélations entre les facteurs étaient élevées. C'est le cas de l'analyse factorielle faite avec les sous-tests du *WISC-III*. En effet, la corrélation entre les deux facteurs du *WISC-III* est de .63 et elle a été considérée comme élevée par rapport aux corrélations entre les variables des autres tests (voir Tableau 8). Par rigueur méthodologique, la rotation oblimin a donc été retenue. D'autre part, les solutions des rotations de type orthogonal (varimax) ont été conservées pour la présentation des résultats lorsque les corrélations entre les facteurs étaient négligeables

Tableau 8

Critères de validité des matrices de corrélations

Test	Corrélation entre les facteurs	Type de rotation	Déterminant de corrélacion	K-M-O	Test de sphéricité de Bartlett
<i>WISC-III</i>	.63	Oblimin	.001	.88	.00
<i>CVLT-C</i>	entre -.06 et .20	Varimax	.000	.73	.00
<i>Figure complexe de Rey- Osterrieth</i>	.17	Varimax	.477	.68	.00
<i>WCST</i>	.24	Varimax	.089	.61	.00

ou faibles. C'est le cas pour toutes les autres analyses factorielles de l'étude (voir Tableau 8). D'autres critères se devaient d'être respectés avant d'interpréter les analyses factorielles : (1) s'assurer que le déterminant de corrélation soit supérieur à 0.00001, (2) vérifier l'adéquacité de l'échantillonnage avec l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin (K-M-O) qui devait être compris entre 0.5 et 0.9 et (3) s'assurer que le critère de sphéricité de Bartlett soit respecté (inférieur à 0.05). Ces critères ont tous été respectés pour chacun des tests retenus (voir Tableau 8).

Analyses visant à répondre aux premier et deuxième objectifs

Pour répondre aux deux premiers objectifs de recherche, des analyses factorielles exploratoires ont été effectuées sur chacun des tests individuellement afin de vérifier les composantes mesurées par chacun d'eux (analyses intra-tests). L'analyse de chacune des solutions obtenues pour un test permet de voir si ce test mesure plus d'un construit (premier objectif) et s'il mesure des construits de type exécutif (deuxième objectif), en plus des construits pour lesquels il a été spécifiquement développé.

Wechsler Intelligence Scale for Children (3^e édition)

Le Tableau 9 illustre les deux facteurs qui ont été extraits à partir des 12 variables du *WISC-III*. Le premier facteur regroupe les variables suivantes : Connaissances, Arithmétique, Similitudes, Compréhension, Vocabulaire, Recherche de symboles, Code et Séquences de chiffres. Ce facteur a été nommé « *Facteur verbal* » puisqu'il est composé principalement des sous-tests permettant de calculer le QI verbal, tel que conçu par Wechsler : Connaissances, Compréhension, Similitudes, Arithmétique et Vocabulaire. Les variables Recherche de symboles, Code et Séquences de chiffres, retrouvées sous ce facteur, mais non utilisées pour calculer le QI verbal, toujours selon la conception de Wechsler, ont un poids factoriel moins important que celui des variables mentionnées précédemment. Le nom « *Facteur verbal* » a donc été retenu en raison des cinq variables, mesurant des compétences verbales, qui ont préséance sur les trois autres, considérant leur poids factoriel.

Tableau 9

Facteurs issus du *WISC-III*

Variable	Facteur		Indice de variance commune
	1	2	
Connaissances	.84	.45	.63
Arithmétique	.83	.59	.68
Similitudes	.73	.49	.52
Compréhension	.70	.46	.59
Vocabulaire	.65	.34	.55
Recherche de symboles	.65	.60	.69
Code	.61	.48	.49
Séquences de chiffres	.53	.45	.44
Blocs	.48	.76	.46
Assemblage d'objets	.47	.74	.49
Images à compléter	.66	.71	.56
Arrangements d'images	.63	.63	.41
Eigenvalues	6.01	1.12	
% de variance	50.10	9.36	

Note. 1 = Facteur verbal, 2 = Facteur non-verbal.

Les poids factoriels des variables les plus liées conceptuellement à un construit sont en gras.

Le deuxième facteur, nommé « *Facteur non-verbal* », regroupe les variables suivantes : Blocs, Assemblage d'objets, Images à compléter et Arrangements d'images. Le nom attribué à ce facteur suit la même logique que pour le nom donné au premier facteur. Les sous-tests destinés à évaluer le QI non verbal selon la conception de Weschler se retrouvent sous ce facteur et leur poids factoriel est significatif, justifiant le nom de « *Facteur non verbal* ».

Il faut aussi souligner que les variables Arithmétique, Similitudes, Compréhension, Recherche de symboles, Code et Séquences de chiffres liés au « *Facteur verbal* » partagent un poids factoriel avec le « *Facteur non-verbal* », ce poids étant toutefois moins important qu'avec le premier facteur. Dans la même optique, les sous-tests Blocs, Assemblages d'objets, Images à compléter et Arrangements d'images, qui sont davantage liés au « *Facteur non-verbal* », sont aussi liés au « *Facteur verbal* ». Ces observations sont importantes et seront reprises plus en profondeur dans la discussion. À cette étape de la présentation des résultats, l'essentiel à mettre d'avant plan est que selon cette analyse factorielle, le *WISC-III* couvrirait plus d'un construit (verbal et non verbal). Ces deux facteurs seront conservés pour les analyses ultérieures visant à répondre au troisième objectif. La variance expliquée par ces facteurs est : 50,10% et 9,36%, pour un total de 59,46%.

California Verbal Learning Test for Children

Le Tableau 10 présente les cinq facteurs extraits des 19 variables du *CVLT-C*

Tableau 10
Facteurs issus du *CVLT-C*

Variable	Facteur					Indice de variance commune
	1	2	3	4	5	
Essais 1 à 5	.91	.08	-.04	-.15	.01	.94
Rappel différé libre	.91	.07	-.06	-.08	.12	.87
Rappel immédiat libre	.91	.16	-.03	.07	.27	.94
Rappel différé indicé	.90	-.04	-.04	.03	-.02	.82
Rappel immédiat indicé	.85	-.01	.00	.08	-.06	.87
Consistance	.72	.13	-.16	.09	-.09	.88
Intrusions rappels indicés	-.60	-.04	.43	-.04	.10	.37
Reconnaissance	.53	-.02	.19	-.05	-.03	.37
Faux positif	-.52	-.07	.45	-.06	-.11	.21
Liste B vs Essai 1	-.14	.93	-.03	.21	-.07	.22
Liste B	.47	.73	.04	-.19	.14	.64
Intrusions rappels libres	-.52	-.09	.65	-.09	.00	.67
Persévérations	.06	.03	.47	.03	.10	.31
Regroupement sériel	.13	-.02	-.01	.69	.16	.60
Courbe d'apprentissage	.26	.27	-.06	.45	-.29	.60
Regroupement sémantique	.25	-.05	.21	-.43	-.13	.39
Effet de primauté	-.14	-.01	.02	.30	-.12	.50
Effet de récence	-.13	-.03	-.17	-.23	-.02	.85
Rappel immédiat vs Essai 5	.03	.01	.12	.04	.74	.66
Eigenvalues	6.67	1.92	1.61	1.45	1.23	
% de variance	35.09	10.11	8.49	7.61	6.50	

Note. 1 = Capacité générale d'apprentissage verbal, 2 = Effet proactif, 3 = Dysfonction exécutive en mémoire verbale, 4 = Stratégies, 5 = Interférence rétroactive.

Les poids factoriels des variables les plus liées conceptuellement à un construit sont en gras.

sélectionnées à partir de l'étude originale de Delis et al. (1994). Le premier facteur, appelé « *Capacité générale d'apprentissage verbal* », regroupe les variables suivantes : Essais 1 à 5, Rappel différé libre, Rappel immédiat libre, Rappel différé indicé, Rappel immédiat indicé, Consistance, Intrusions aux rappels indicés, Reconnaissance, Faux positifs et Intrusions aux rappels libres. Le nom de ce facteur, *Capacité générale d'apprentissage verbal*, a été choisi en raison du poids factoriel des variables regroupées sous ce facteur. Celles ayant le poids factoriel le plus important sont des variables évaluant le nombre de mots de la liste mémorisés à court terme (Essais 1 à 5, Rappel immédiat libre, Rappel immédiat indicé) et à long terme (Rappel différé libre et Rappel différé indicé). Les autres variables, c'est-à-dire Consistance, Intrusions aux rappels indicés, Reconnaissance, Faux positifs et Intrusions aux rappels libres, ayant un poids factoriel inférieur, renvoient principalement à la qualité des apprentissages. En effet, la Consistance renvoie à la constance avec laquelle le participant rappelle les mêmes mots, d'un essai à l'autre. Quant aux intrusions (Intrusions aux rappels libres indicés et Intrusions aux rappels libres), il s'agit de « faux mots », c'est-à-dire des mots qui ne font pas partie de la liste, mais que le participant rapporte lorsqu'on lui demande de rappeler les mots de la liste. D'ailleurs, le poids factoriel de ces deux variables est inversement proportionnel aux variables mentionnées ci haut, ce qui signifie que plus il y a d'intrusions, moins bon est l'apprentissage. La variable Reconnaissance est la capacité à reconnaître et à discriminer les mots de la liste, parmi une liste de distracteurs, ce qui renseigne également sur la qualité de l'apprentissage (les Faux positifs étant les mots que le participant croit faussement être des mots de la liste). Le poids factoriel de la

variable Faux positifs, tout comme celui des variables Intrusions aux rappels libres indicés et Intrusions aux rappels libres, est inversement proportionnel aux autres variables, signifiant que plus le nombre de faux positifs est élevé, moins bon est l'apprentissage.

Le deuxième facteur, nommé « *Effet proactif* », regroupe les variables suivantes : Liste B vs nombre de mot à l'essai 1 et Nombre de mots à la liste B. Ces deux variables évaluent l'interférence que crée l'apprentissage d'informations (la première liste de mots, celle qui est lue à cinq reprises) sur l'apprentissage de nouvelles informations (les mots de la deuxième liste). Ce type d'interférence est appelé interférence proactive, de là le nom donné à ce facteur.

Le troisième facteur, nommé « *Dysfonction exécutive en mémoire verbale* » regroupe les variables suivantes : Intrusions aux rappels libres, Persévérations, Intrusions aux rappels indicés et Faux positif. Ces variables, tel que mentionné plus haut, sont en quelques sortes des mesures de la qualité des apprentissages. À l'exception de la variable Persévérations, ces variables se sont toutes regroupées sous le premier facteur (Capacité générale d'apprentissage verbal), ce qui est tout à fait adéquat puisque la capacité à faire de bons apprentissages dépendant de la capacité à ne pas faire d'erreurs (ne pas laisser d'autres informations interférer avec les nouvelles informations à apprendre). Le fait que tous les types d'erreurs mesurées à ce test se soient regroupés sous ce troisième facteur (intrusions, persévérations et faux positifs) illustre bien leur

aspect commun, c'est-à-dire des erreurs associées à un mauvais fonctionnement des fonctions exécutives en mémoire (voir contexte théorique), d'où le nom attribué à ce troisième facteur.

Le quatrième facteur, nommé « *Stratégies* », est constitué des variables suivantes : Regroupement sériel, Courbe d'apprentissage et Regroupement sémantique. Il s'agit de variables évaluant la méthode préconisée par le participant pour mémoriser les mots. La stratégie par les regroupements sériels signifie que le participant mémorisera les mots principalement selon leur ordre de présentation. Cette stratégie s'avère être moins efficace que celle par regroupements sémantiques, où le participant regroupe les mots par catégories (les jouets, les fruits et les vêtements). La courbe d'apprentissage est évidemment dépendante de la stratégie adoptée, d'où le nom du quatrième facteur. Il faut souligner ici que le poids négatif attribué à la variable regroupements sémantiques est attribuable au fait que l'utilisation d'une des deux stratégies possibles (selon l'ordre ou selon la catégorie des mots) rend impossible l'utilisation de la seconde.

Finalement, le cinquième facteur, nommé « *Interférence rétroactive* », comprend la variable suivante : Rappel immédiat vs essai 5. Cette variable évalue l'interférence que crée l'apprentissage de nouvelles informations sur le rappel d'informations déjà apprises, ce qu'on appelle l'interférence rétroactive, d'où le nom donné à ce facteur.

Il est à noter que les variables Effet de primauté et Effet de récence ne se sont retrouvées sous aucun facteur. Ces variables mesurent le nombre de mots mémorisés qui occupent le premier rang de la liste (Effet de primauté) et ceux occupant le dernier rang (Effet de récence).

La variance expliquée par chacun des facteurs est respectivement : 35,09%, 10,11%, 8,49%, 7,61% et 6,50%. La variance totale expliquée est donc de 67,80%. Cette analyse supporte le fait que le *CVLT-C* couvre plusieurs construits dont deux qui sont spécifiques à la mémoire et à l'apprentissage, soit le facteur 1 « *Capacité générale d'apprentissage verbal* » et le facteur 5 « *Interférence rétroactive* ». Par ailleurs, cette analyse montre également que le *CVLT-C* couvre trois facteurs qui peuvent se rattacher aux FE, soit le facteur 2 « *Effet proactif* », le facteur 3 « *Dysfonction exécutive en mémoire verbale* » et le facteur 4 « *Stratégies* ». Ces trois derniers facteurs seront conservés pour les analyses ultérieures visant à répondre au troisième objectif.

Figure complexe de Rey-Osterrieth

Deux facteurs ont été extraits à partir des six variables mesurées à l'aide de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* (voir Tableau 11). Le premier, nommé « *Fonctions exécutives en copie* », regroupe les variables suivantes : Copie, Persévérations, Planification et Intrusions. Le nom de ce facteur a été choisi selon la nature des variables. Les variables Persévérations, Planification et Intrusions sont reconnues pour être des mesures des fonctions exécutives, tel qu'appuyé par plusieurs auteurs cités dans

Tableau 11
Facteurs issus de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*

Variable	Facteur		Indice de variance commune
	1	2	
Copie	.77	-.09	.35
Persévérations	.60	.09	.22
Planification	.51	.31	.30
Intrusions	.48	.05	.17
Rappel immédiat	-.17	-.42	.08
Rappel différé	-.02	.11	.01
Eigenvalues	2.13	1.05	
% de variance	35.51	17.44	

Note. 1 = Fonctions exécutives en copie, 2 = Mémoire visuelle.

Les poids factoriels des variables les plus liées conceptuellement à un construit sont en gras.

la section Contexte théorique du présent document et par les concepteurs de la technique de correction selon l'approche de Boston.

Il est important de rappeler que le critère de cotation des variables Persévérations, Planification et Intrusions était le même, variant de 1 (déficit extrême) à 5 (aucun déficit). Il n'est donc pas étonnant que le poids factoriel des variables Persévérations et Intrusions ne soit pas inversement proportionnel à celui de la variable Planification.

Le deuxième facteur, nommé « *Mémoire visuelle* », regroupe la variable Rappel immédiat. Cette variable mesure l'apprentissage implicite c'est-à-dire le nombre d'éléments mémorisés immédiatement après leur présentation, sans que le participant soit averti de les mémoriser.

La variable Rappel différé ne semble liée à aucun de deux facteurs.

La variance expliquée par chaque facteur est : 35,51% et 17,44%. La variance totale expliquée est de 52,95%. Cette analyse permet de dire que la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* couvre un facteur de mémoire et un facteur de type exécutif. Ce dernier facteur sera conservé pour les analyses ultérieures visant à répondre au troisième objectif.

Wisconsin Card Sorting Test

Le Tableau 12 présente les deux facteurs issus des six variables du *WCST*. Le premier facteur, nommé « *Apprentissage catégoriel par rétroaction* », regroupe les variables suivantes, en ordre décroissant selon leur poids factoriel : Capacité d'appren-

Tableau 12
Facteurs issus du *WCST*

Variable	Facteur		Indice de variance commune
	1	2	
Capacité d'apprentissage	.96	.18	.73
Nombre de catégories complétées	.84	-.45	.78
Erreurs non persévératives	-.57	.37	.46
Persévérations	-.50	.14	.26
Nombre d'essai avant de compléter la 1 ^{re} catégorie	-.00	.83	.49
Maintien d'une catégorie	-.22	.27	.16
Eigenvalues	2.78	1.21	
% de variance	46.38	20.17	

Note. 1 = Apprentissage catégoriel par rétroaction, 2 = Conceptualisation.

Les poids factoriels des variables les plus liées conceptuellement à un construit sont en gras.

tissage, Nombre de catégories complétées, Erreurs non persévératives et Persévérations.

Le nom de ce facteur a été choisi en fonction des variables qui avaient un poids factoriel plus important que les autres, soit les variables Capacité d'apprentissage et

Nombre de catégories complétées. Selon les concepteurs de ce test, ces variables permettraient de mesurer la capacité du participant à conceptualiser, mais également à modifier ses réponses selon la rétroaction de l'évaluateur. Les poids négatifs des variables Erreurs non persévératives et Persévérations s'expliquent par le fait que ce sont des variables qui renvoient à des types d'erreurs. En tenant compte de ce que ces variables mesurent et selon leur poids factoriel, le nom du premier facteur semblait donc justifié.

Le deuxième facteur, nommé « *Conceptualisation* », regroupe les deux variables suivantes : Nombre d'essais avant de compléter la première catégorie et Maintien d'une catégorie. Selon les concepteurs de ce test, ces deux variables permettraient de mesurer la capacité à regrouper différents stimuli selon une certaine logique (catégoriser). Comparativement aux variables du premier facteur, celles-ci seraient davantage spécifiques à la conceptualisation. L'étiquette du deuxième facteur a donc été déterminée selon ce que mesurent les variables regroupées sous ce facteur.

Même si elles apportent un poids factoriel plus important au premier facteur, les variables Nombre de catégories complétées et Erreurs non persévératives partagent également un certain poids avec le deuxième facteur. Elles seraient donc impliquées principalement dans la mesure des capacités d'apprentissage catégoriel par rétroaction, mais elles auraient également un rôle à jouer dans la capacité à conceptualiser des informations.

La variance commune expliquée par ces facteurs est : 46,38 % et 20,17%. La variance totale est donc de 66,55%.

Cette analyse permet de conclure que le *WCST* couvre deux facteurs. Ces deux facteurs seront conservés pour les analyses ultérieures visant à répondre au troisième objectif puisqu'ils renvoient à des concepts liés aux FE.

Pour compléter cette section, le lecteur trouvera au Tableau 13 la synthèse des facteurs identifiés pour le *WISC-III*, le *CVLT-C*, la *Figure complexe de Rey Osterrieth* et le *WCST*.

Analyses visant à répondre au troisième objectif

Corrélations de Pearson entre les variables du WISC-III et du WCST

Pour répondre au troisième objectif de cette recherche, des analyses statistiques corrélationnelles ont été effectuées dans un premier temps entre les composantes globales du *WISC-III* (QI et indices) et les variables du *WCST*. Ces deux tests ont été retenus en raison de l'objectif de la recherche qui était d'investiguer les ressemblances et dissemblances entre les fonctions intellectuelles et exécutives. Le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* n'ont pas été retenus pour ces analyses, même si certains facteurs qui semblaient associés aux FE ont été identifiés à l'étape deux. La raison est que le *WCST*, contrairement au *CVLT-C* et à la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* qui ont été développés pour évaluer la mémoire, a été spécifiquement conçu pour évaluer les

Tableau 13

Facteurs identifiés pour le *WISC-III*, le *CVLT-C*, la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et le *WCST*

Test	Facteur	Variable
<i>WISC-III</i>	Facteur 1 : Facteur verbal	Connaissances/ Arithmétique/ Similitudes/ Compréhension/ Vocabulaire/ Recherche de symboles/ Code/ Séquence de chiffres/ Images à compléter/ Arrangements d'images
	Facteur 2 : Facteur non -verbal	Blocs/ Assemblages d'objets/ Images à compléter/ Arrangements d'images/ Recherche de symboles/ Arithmétique
<i>CVLT-C</i>	Facteur 1 : Capacité générale d'apprentissage verbal	Nombre total de mots aux essais 1 à 5/ Rappel différé libre/ Rappel immédiat libre/ Rappel différé indicé/ Rappel immédiat indicé, Consistance/ Intrusions aux rappels indicés/ Reconnaissance/ Faux positifs/ Intrusions aux rappels libres
	Facteur 2 : Effet proactif	Liste B vs nombre de mot à l'essai 1/ Nombre de mots à la liste B
	Facteur 3 : Dysfonction exécutive en mémoire verbale	Intrusions aux rappels libres/ Persévérations
	Facteur 4 : Stratégies	Regroupement sériel/ Courbe d'apprentissage/ Regroupement sémantique/ Effet de primauté/ Effet de récence
	Facteur 5 : Interférence rétroactive	Rappel immédiat vs essai 5
<i>Figure Rey- Osterrieth</i>	Facteur 1 : Fonctions exécutives en copie	Copie/ Persévérations/ Planification
	Facteur 2 : Mémoire visuelle	Rappel différé/ Rappel immédiat
<i>WCST</i>	Facteur 1 : Apprentissage catégoriel par rétroaction	Capacité d'apprentissage/ Nombre de catégories complétées Erreurs non persévératives/ Persévérations
	Facteur 2 : Conceptualisation	Nombre d'essais avant de compléter la première catégorie Maintien d'une catégorie

FEs. Le Tableau 14 présente les corrélations obtenues entre les composantes du *WISC-III* et les variables du *WCST*.

Globalement, ces résultats montrent que les six composantes du *WCST* étaient corrélées de façon significative avec presque tous les QI (global, verbal et non verbal) et les indices (Compréhension verbale, Organisation perceptive, Résistance à la distraction et Vitesse de traitement) du *WISC-III*. Ceci souligne un lien entre les scores globaux obtenus par l'échelle d'intelligence et les variables du *WCST*. Plus précisément, les QI verbal et global de même que l'indice de Compréhension verbale étaient corrélés significativement avec toutes les composantes du *WCST*.

Le QI non verbal était corrélé significativement avec plusieurs variables du *WCST*, à l'exception des variables Persévérations et Maintien d'une catégorie. De plus, les seules variables du *WCST* n'étant pas corrélées significativement avec l'indice d'Organisation perceptive étaient Essais pour compléter la 1^{re} catégorie et Maintien d'une catégorie. Finalement, la seule variable non corrélée significativement avec l'indice de Vitesse de traitement de l'information était Persévérations.

Dans un deuxième temps, d'autres analyses corrélationnelles ont été réalisées entre les variables du *WCST* et cette fois, les sous-tests du *WISC-III* afin d'investiguer de façon plus approfondie les relations entre ces deux tests.

Tableau 14

Corrélations entre le *Wisconsin Card Sorting Test*^a et le *WISC-III*^b(QI et Indices)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Persévérations													
2. Erreurs non persévératives	.28												
3. Catégories complétées	-.35	-.72											
4. Essais pour compléter 1 ^{re} catégorie	.00	.45	-.57										
5. Maintien d'une catégorie	.11	.14	-.25	.19									
6. Capacité d'apprentissage	-.46	-.49	.72	.15	-.17								
7. QI verbal	-.28**	-.44**	.54**	-.40**	-.39**	.36**							
8. QI non verbal	-.25	-.45**	.56**	-.34**	-.27	.36**	.67						
9. QI global	-.30**	-.48**	.59**	-.39**	-.35**	.41**	.89	.92					
10. Compréhension verbale	-.26*	-.42**	.54**	-.39**	-.37**	.41**	.92	.59	.83				
11. Organisation perceptive	-.32*	-.44**	.55**	-.25	-.23	.46**	.65	.91	.86	.61			
12. Résistance à la distraction	-.25*	-.52**	.55**	-.40**	-.27*	.40**	.77	.67	.79	.69	.68		
13. Vitesse de traitement	-.06	-.33**	.40**	-.34**	-.23*	.25*	.59	.73	.72	.57	.59	.63	

^a Variables 1 à 6^b Variables 7 à 13** $p < .01$. * $p < .05$.

Afin d'alléger le tableau, seules les corrélations significatives entre les variables des deux tests ont été indiquées.

Le Tableau 15 présente ces corrélations. Les résultats montrent que presque toutes les variables du *WCST* étaient significativement corrélées avec les sous-tests suivants : Similitudes, Arithmétique, Compréhension, Images à compléter et Assemblage d'objets. Les sous-tests Code et Vocabulaire étaient significativement corrélés avec toutes les variables du *WCST*, à l'exception de « Persévérations ». Les seules variables du *WCST* non corrélées avec le sous-test Arrangement d'images étaient « Essais pour compléter la 1^{re} catégorie » et « Maintien d'une catégorie ».

Le sous-test Blocs n'obtenait des corrélations significatives qu'avec seulement quatre variables du *WCST*, soit « Erreurs non persévératives », « Catégories complétées », « Essais pour compléter la première catégorie » et « Capacité d'apprentissage ». Enfin, il est important de souligner que les sous-tests « Recherche de symboles » n'obtenait aucune corrélation significative avec les variables du *WCST*.

Une dernière analyse des données du Tableau 15 renseigne sur les liens qui existent entre les sous-tests du *WISC-III* qui sont associés soit à l'If ou à l'Ic. En ce qui concerne les sous-tests liés à l'If, les résultats ont montré que les sous-tests Arithmétique et Assemblage d'objets étaient significativement liés à toutes les variables du *WCST*. Par contre, le sous-test Blocs s'est comporté différemment puisqu'il ne semblait pas lié aux aspects de persévération et à la capacité à maintenir une catégorie. En ce qui concerne les sous-tests liés à l'Ic, les sous-tests Connaissances, Vocabulaire et Compréhension ont aussi montré de nombreuses corrélations significatives avec les variables du *WCST*.

Tableau 15

Corrélations entre le *Wisconsin Card Sorting Test*^a et le *WISC-III*^b(sous-tests)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Persévérations																		
2. Erreurs non persévératives	.28																	
3. Catégories complétées	-.35	-.72																
4. Essais pour compléter 1 ^e catégorie	.00	.45	-.57															
5. Maintien d'une catégorie	.11	.14	-.25	.19														
6. Capacité apprentissage	-.46	-.49	.72	.15	-.17													
7. Connaissances	-.01	-.37**	.39**	-.38**	-.30**	.18												
8. Similitude	-.36**	-.36**	.42**	-.27**	-.36**	.27*	.60											
9. Arithmétique	-.28**	-.44**	.45**	-.37**	-.25**	.26*	.71	.66										
10. Vocabulaire	-.08	-.24*	.35**	-.31**	-.28**	.18*	.58	.44	.44									
11. Compréhension	-.25**	-.29**	.45**	-.35**	-.32**	.32**	.56	.54	.51	.43								
12. Recherche de symboles	-.12	-.22	.34	-.31	-.20	.21	.49	.38	.49	.46	.42							
13. Code	-.15	-.34**	.42**	-.28**	-.28**	.23*	.35	.46	.43	.40	.46	.60						
14. Séquences de chiffres	-.07	-.34**	.33**	-.23*	-.13	.27**	.36	.25	.37	.33	.34	.43	.40					
15. Images à compléter	-.29**	-.42**	.44**	-.27**	-.26*	.30**	.54	.54	.65	.33	.54	.44	.37	.35				
16. Arrangements d'images	-.39**	-.38**	.39**	-.14	-.18	.40**	.60	.56	.55	.33	.41	.57	.46	.45	.59			
17. Blocs	-.19	-.22*	.37**	-.19*	-.14	.21*	.51	.44	.42	.28	.32	.49	.40	.38	.52	.45		
18. Assemblage d'objets	-.22*	-.32**	.44**	-.29**	-.25**	.22*	.40	.47	.54	.26	.38	.44	.39	.35	.57	.51	.63	

^a Variables 1 à 6^b Variables 7 à 18** $p < .01$, * $p < .05$.

Afin d'alléger le tableau, seules les corrélations significatives entre les variables des deux tests ont été indiquées.

Les variables associées à l'If et à l'Ic ne se distinguaient donc pas car elles sont reliées aux variables du *WCST*, alors que des corrélations plus fortes entre les variables de l'If et le *WCST* étaient attendues.

Dans l'ensemble, les corrélations de Pearson montrent que les composantes du *WISC-III* et du *WCST* sont reliées. Afin de poursuivre l'analyse des ressemblances et dissemblances entre le fonctionnement intellectuel et exécutif, des analyses statistiques plus poussées, c'est-à-dire des analyses factorielles et de corrélations canoniques ont été effectuées. Elles font l'objet de la prochaine section.

Analyse factorielle réalisée avec les facteurs de type intellectuel et ceux de type exécutif

De façon à approfondir les similitudes et dissemblances entre l'intelligence et les FE, des analyses factorielles ont été effectuées à l'aide des huit facteurs issus des analyses factorielles précédentes. Ce sont les facteurs suivants : le *Facteur verbal* et le *Facteur non-verbal* issus du *WISC-III*; les facteurs *Effet proactif*, *Dysfonction exécutive en mémoire verbale* et *Stratégies*, issus du *CVLT-C*; le facteur *Fonctions exécutives en copie* issu de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*; et, enfin, les deux facteurs issus du *WCST*, soit les facteurs *Apprentissage catégoriel par rétroaction* et *Conceptualisation*. Le Tableau 16 montre les résultats de cette analyse factorielle qui permettent de voir quels construits de type exécutif se regroupent ou non avec les construits de l'intelligence.

Tableau 16
Facteurs issus des facteurs d'intelligence et des fonctions exécutives

Variable	Facteur			Indice de variance commune
	1	2	3	
<i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i>	.62	.27	.14	.56
Facteur 1 : Fonctions exécutives en copie				
<i>WISC-III</i> Facteur 2 :	.58	.50	-.02	.53
Facteur non verbal				
<i>WCST</i> Facteur 2 :	-.38	.01	-.02	.13
Conceptualisation				
<i>WISC-III</i> Facteur 1 :	.62	.63	-.32	.07
Facteur verbal				
<i>WCST</i> Facteur 1 :	.29	.55	.19	.06
Apprentissage catégoriel par rétroaction				
<i>CVLT-C</i> Facteur 2 :	.01	.50	.05	.34
Effet proactif				
<i>CVLT-C</i> Facteur 3 :	.17	-.05	.41	.29
Dysfonction exécutive en mémoire verbale				
<i>CVLT-C</i> Facteur 4 :	-.07	.10	.20	.09
Stratégies				
Eigenvalues	2.72	1.11	1.09	
% de variance	34.05	13.88	13.64	

Note. 1 = Intelligence et Fonctions exécutives en copie, 2 = Intelligence et apprentissage catégoriel par rétroaction, 3 = Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives. Les poids factoriels des variables les plus liées conceptuellement à un construit sont en gras.

La première composante, nommée « *Intelligence et Fonctions exécutives en copie* », associe les facteurs suivants : Facteur verbal et Facteur non-verbal du *WISC-III* ainsi que le facteur Fonctions exécutives en copie de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*. Le nom attribué à cette composante a été choisi en raison de l'importance du poids factoriel de chacun des facteurs.

La deuxième composante, dénommée « *Intelligence et apprentissage catégoriel par rétroaction* », regroupe les deux facteurs du *WISC-III*, le facteur Apprentissage catégoriel par rétroaction du *WCST* et le facteur Effet proactif du *CVLT-C*. Encore une fois, le nom de cette composante a été déterminé en fonction du poids factoriel de chacun des facteurs.

Finalement, la troisième composante, appelée « *Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives* », est composée uniquement du facteur Dysfonction exécutive en mémoire verbale du *CVLT-C*. L'appellation de cette composante est justifiée par le fait que le seul facteur présent renvoie à l'implication des FEs dans la réalisation d'une tâche de mémoire. Cette composante rejoint également les observations de certains auteurs, cités plus haut, qui définissent les FEs comme étant « superviseurs » d'autres fonctions, d'où le nom donné à cette composante.

Il est intéressant de constater que les facteurs Conceptualisation du *WCST* et Stratégies du *CVLT-C* ne se sont associés à aucun des autres facteurs.

La variance commune expliquée par chacune des composantes est : 34,05% (composante 1), 13,88% (composante 2), 13,64% (composante 3), pour une variance commune de 61,57%.

Cette analyse permet de dire que le fonctionnement intellectuel et les FEs ne sont pas deux concepts dissociés, puisqu'ils partagent plusieurs construits. Deux facteurs de cette analyse de second ordre suggèrent des ressemblances entre le fonctionnement intellectuel et le fonctionnement exécutif. Le premier facteur, nommé Intelligence et Fonctions exécutives en copie regroupe en effet des facteurs de l'intelligence (le facteur non verbal du *WISC-III* et le facteur verbal du *WISC-III*), ainsi qu'un facteur de type exécutif (le facteur Fonctions exécutives en copie issu de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*). Toutefois, certaines FEs semblent indépendantes du fonctionnement intellectuel. C'est le cas du facteur Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives qui est « indépendant » des facteurs d'intelligence, et qui est composé du facteur Dysfonction exécutive en mémoire verbale issu du *CVLT-C*.

Contrairement à l'étude des corrélations de Pearson entre les variables du *WCST* et celles du *WISC-III* présentées plus haut, des différences sont ressorties entre les construits liés à l'intelligence et ceux des FEs. Afin d'investiguer encore plus les ressemblances et dissemblances entre ces deux concepts, un autre type d'analyse statistique a été utilisé et est présenté au lecteur dans les prochains paragraphes.

Analyses des corrélations canoniques entre les variables du WISC-III et du WCST

Suivant la même logique que pour les analyses précédentes, des analyses de corrélations canoniques entre les variables (sous-tests) du *WISC-III* (premier ensemble) et du *WCST* (deuxième ensemble) sont d'abord effectuées. Pour pouvoir procéder aux analyses de corrélations canoniques, la valeur des corrélations entre chacune des variables des deux ensembles ne devait pas être trop élevée, (inférieur à 0.9), critère qui était respecté, tel que vu précédemment (voir Tableau 14). Ces analyses font ressortir six paires de corrélations canoniques. Une seule paire canonique est significative et le coefficient de corrélation est de .67, correspondant à 45% de la variance totale (voir Tableau 17).

Afin d'interpréter cette paire canonique significative, le poids des variables qui composent chaque ensemble a été fixé à 0.30 (ou supérieur) (voir Tableau 18). À partir de ce critère, les variables suivantes composent le premier ensemble : Images à compléter, Connaissances, Similitudes, Arrangements d'images, Arithmétique, Assemblages d'objets, Compréhension et Séquences de chiffres. Il s'agit de variables qui composent autant le QI verbal (Connaissances, Similitudes, Arithmétique, Compréhension, Séquences de chiffres) que le QI non verbal (Images à compléter, Arrangements d'images, Assemblages d'objets). Outre Séquences de chiffres et Arithmétique, ce sont tous des sous-tests associés à l'évaluation traditionnelle de l'intelligence, c'est-à-dire qu'ils ne renvoient pas aux indices de Résistance à la distraction ou de Mémoire de travail.

Tableau 17

Analyse de corrélations canoniques entre les variables du *WISC-III* et du *WCST*

	Canonical Correlations	Wilk's	Chi-SQ	DF	Sig
1	.67	.20	101.34	72.00	.01
2	.65	.36	64.54	55.00	.18
3	.48	.62	30.36	40.00	.87
4	.31	.80	14.12	27.00	.98
5	.30	.88	7.89	16.00	.95
6	.18	.97	1.97	7.00	.96

Le deuxième ensemble est composé des variables suivantes (toujours selon le critère d'un poids d'au moins 0.30) : Persévérations, Erreurs non persévératives, Catégories complétées et Capacité d'apprentissage.

En résumé, les résultats de ces analyses de corrélations canoniques entre les variables du *WISC-III* et du *WCST* font ressortir une seule corrélation canonique significative. Plusieurs variables du *WISC-III*, utilisées pour le calcul des différents indices intellectuels (Compréhension verbale, Organisation perceptive), constituent le premier ensemble.

Tableau 18

Pondération canonique des variables du *WISC-III* et du *WCST*

	Corrélation 1	Corrélation 2	Corrélation 3	Corrélation 4	Corrélation 5	Corrélation 6
Ensemble 1						
Images à compléter	.59	-.42	-.03	.38	-.09	.10
Connaissances	.43	-.37	-.35	.06	-.12	-.13
Code	.26	-.38	-.58	-.40	-.13	.14
Similitudes	.34	-.69	-.11	-.08	-.28	-.00
Arrangements d'images	.80	-.18	.02	-.18	.06	.36
Arithmétique	.59	-.52	-.02	.11	-.30	-.02
Blocs	.10	-.55	.04	.15	-.11	.72
Vocabulaire	.25	-.51	-.19	-.03	.28	-.33
Assemblage d'objets	.30	-.47	-.29	.38	-.05	.37
Compréhension	.37	-.64	-.20	-.20	.35	-.09
Recherche de symboles	.17	-.35	-.24	-.12	.20	.38
Séquences de chiffres	.44	-.04	-.54	.32	.21	.28
Ensemble 2						
Persévérations	-.54	.49	-.63	.08	.09	-.25
Erreurs non persévératives	-.73	.23	.36	.14	.39	-.34
Catégories complétées	.45	-.66	-.30	-.23	.22	.41
Maintien d'une catégorie	-.17	.65	.28	-.07	-.06	.68
Capacité d'apprentissage	.72	-.35	-.13	.04	.51	.28
Essais pour compléter 1 ^{re} catégorie	.21	.66	.20	-.37	.43	-.39

Le deuxième ensemble est composé des variables du *WCST* qui composaient le facteur Apprentissage catégoriel par rétroaction. Ces résultats vont dans le même sens que les résultats présentés plus haut entre ces mêmes variables, visant à répondre au troisième objectif, qui ont fait ressortir plusieurs corrélations entre les variables du *WISC-III* et du *WCST*. En somme, ces analyses appuient les similitudes entre le fonctionnement intellectuel et les fonctions exécutives.

Il est intéressant de constater que les deux seules variables du *WCST* non incluses dans cet ensemble sont Maintien d'une catégorie et Essais pour compléter 1^{re} catégorie. Ces deux variables constituaient le facteur Conceptualisation lors des analyses factorielles visant à répondre au premier objectif, alors que les autres variables (formant le deuxième ensemble dans les corrélations canoniques), formaient le facteur Apprentissage catégoriel par rétroaction (voir le Tableau 12). Ainsi, bien que, dans l'analyse factorielle de second ordre, les deux facteurs du *WCST* soient reliés aux facteurs de l'intelligence, les résultats de cette analyse de corrélations canoniques ne semblent pas indiquer exactement la même chose.

Analyses des corrélations canoniques entre les facteurs de type intellectuel et ceux de type exécutif

Une deuxième analyse de corrélations canoniques est effectuée, cette fois avec les huit facteurs tirés des analyses factorielles de premier ordre, soit les facteurs suivants : Facteur verbal et Facteur non verbal (*WISC-III*), Effet proactif, Dysfonction exécutive en

mémoire verbale et Stratégies (*CVLT-C*), Fonctions exécutives en copie (*Figure complexe de Rey-Osterrieth*), Apprentissage catégoriel par rétroaction et Conceptualisation (*WCST*). Considérant que le but de ces analyses est d'investiguer les liens entre l'intelligence et les FEs, les deux facteurs du *WISC-III* constituent le premier ensemble, alors que les autres facteurs forment le deuxième ensemble, c'est-à-dire trois facteurs du *CVLT-C*, un facteur de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et deux facteurs du *WCST*.

Ces analyses font ressortir deux paires de corrélations canoniques dont une significative (voir Tableau 19). Le coefficient de corrélation est de .68, ce qui correspond à 46% de la variance totale.

Le premier ensemble est composé des éléments suivants : le Facteur verbal et le Facteur non verbal (*WISC-III*). Le deuxième ensemble est composé des éléments suivants : le facteur Effet proactif (*CVLT-C*), le facteur Fonctions exécutives en copie (*Figure complexe de Rey-Osterrieth*) ainsi que les facteurs Apprentissage catégoriel par rétroaction et Conceptualisation (*WCST*) (voir Tableau 20). Globalement, ces résultats supportent l'idée d'une ressemblance entre les FEs et l'intelligence, considérant la seule paire significative de corrélations canoniques.

Il est intéressant de constater par contre, dans la deuxième corrélation canonique, même si elle est non significative, que le facteur Stratégies du *CVLT-C* se démarque des

Tableau 19

Analyse de corrélations canoniques entre les facteurs de second ordre

	Canonical Correlations	Wilk's	Chi-SQ	DF	Sig
1	.68	.51	45.24	12.00	.00
2	.25	.94	4.25	5.00	.514

Tableau 20

Pondération canonique des facteurs de second ordre

	Corrélation 1	Corrélation 2
Ensemble 1		
Facteur verbal (<i>WISC-III</i>)	-.95	-.32
Facteur non verbal (<i>WISC-III</i>)	-.88	-.48
Ensemble 2		
Effet proactif (<i>CVLT-C</i>)	-.45	-.29
Dysfonction exécutive en mémoire verbale (<i>CVLT-C</i>)	.03	.30
Stratégies (<i>CVLT-C</i>)	.02	.86
Fonctions exécutives en copie (<i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i>)	-.80	.22
Apprentissage catégoriel par rétroaction (<i>WCST</i>)	-.74	-.00
Conceptualisation (<i>WCST</i>)	.37	-.14

autres facteurs avec son poids canonique élevé. Cette démarcation avait également été observée lors des analyses factorielles de second ordre. En fait, le facteur Stratégies du *CVLT-C* ne s'était associé à aucun autre facteur. Les variables constituant ce facteur, c'est-à-dire Regroupement sériel, Courbe d'apprentissage et Regroupement sémantique, ne semblaient pas partager de construits similaires aux autres variables, ce qui semble également être le cas avec les analyses de corrélations canoniques. Les facteurs du *CVLT-C* (facteurs Stratégies et Dysfonction exécutive en mémoire verbale) ne faisant pas partie du second ensemble (fonctions exécutives) qui est relié au premier ensemble (fonctions intellectuelles), il est possible de proposer que des dissemblances pourraient exister entre les FES et l'intelligence.

Le prochain chapitre expose la discussion concernant les résultats obtenus. La première partie du chapitre reprend les idées générales sous-jacentes à la recherche. Les objectifs de recherche sont évoqués à nouveau au lecteur, puis ils sont discutés, dans leur ordre respectif. Pour répondre aux deux premiers objectifs, les résultats obtenus pour chacun des tests sont discutés séparément. Un résumé de la discussion concernant ces objectifs est ensuite présenté. Les résultats de l'objectif trois sont discutés en abordant d'abord les données qui convergent vers des similitudes entre le fonctionnement intellectuel et les FEs. Par la suite, les résultats qui soutiennent les dissemblances entre les deux concepts sont discutés. Un résumé des résultats concernant les trois objectifs est ensuite présenté. Le chapitre se termine en exposant les limites de la recherche ainsi que la portée clinique des résultats.

Discussion

La neuropsychologie s'est considérablement développée ces dernières années. Avec l'avancée des recherches effectuées dans le domaine des neurosciences, le fonctionnement cognitif et ses sous-composantes sont de mieux en mieux compris. Des questionnements persistent par contre quant à la façon dont sont utilisés les tests psychométriques visant l'évaluation des fonctions mentales supérieures. Voici quelques exemples de questionnements : « Que mesurent vraiment les tests ? », « Comment interpréter le fait qu'un même participant soit bon ou pas à deux tests qui mesurent, soit disant, la même chose ? », « Comment orienter clairement les diagnostics et les recommandations si les cliniciens ne sont pas certains de ce que les tests mesurent ? », « Quelle image est projetée de la neuropsychologie si des doutes persistent quant aux construits mesurés par les tests ? », « Qu'en est-il de la redondance des tests ? », « Serait-il possible de réduire le temps d'évaluation et, de ce fait, gagner en efficacité et épargner les clients d'une trop longue évaluation ? ». Ces questionnements reposent, du moins en partie, sur le fait que les tests neuropsychologiques ont été développés avant l'élaboration des modèles cognitifs qui sont maintenant disponibles, ou parce que l'étude de leurs construits est peu développée. Parallèlement à ces questionnements, une absence de consensus entre les auteurs a été relevée quant aux similitudes et dissemblances qui existent entre l'intelligence et les FEs. Des auteurs argumentent en faveur d'une similitude entre les deux concepts (Blair, 2006; Duncan et al., 1996; Friedman et al., 2006; Kane & Engle, 2002; Saggino et al., 2006; Sherman et al., 1995),

tandis que d'autres ont des opinions différentes (Ardila et al., 1998; Crinella & Yu, 2000; Garlick & Sejnowski, 2006). La présente thèse s'est donc penchée sur ces questions. Au delà des aspects plus fondamentaux, les données de cette thèse ont également une portée clinique puisqu'une meilleure compréhension de ce que mesurent les tests neuropsychologiques aura nécessairement des répercussions sur l'analyse des performances des personnes qui consultent en neuropsychologie.

Les paragraphes qui suivent visent à répondre à chacun des objectifs de recherche en les reprenant un à un. Par la suite, une discussion plus générale et critique suivra ce premier niveau d'analyse. Les limites et la portée clinique de la recherche sont exposées, pour ensuite mener à la conclusion.

Rappel des objectifs de recherche

Le premier objectif de la présente recherche avait pour but de mieux comprendre les construits évalués par des mesures neuropsychologiques fréquemment utilisées en clinique comme en recherche, soit le *WISC-III*, le *CVLT-C*, la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et le *WCST*. Ces tests ont été développés, tel que mentionné plus haut, pour mesurer, respectivement, l'intelligence, la mémoire et l'apprentissage en modalité verbale, la visuo-construction et la mémoire visuelle et, enfin, les FEs. L'idée maîtresse de la première étape de cette thèse était de vérifier si un même test couvrait ou non plus d'un construit, supportant ainsi l'idée de multifactorialité des tests.

Le deuxième objectif avait pour but d'approfondir la question de recherche précédente en répondant à la question suivante : « Dans l'éventualité où plusieurs construits seraient évalués à partir d'un même test, lesquels renvoient aux FEs? ». Une fois la multifactorialité des tests démontrée, il s'agissait ensuite d'identifier les différents construits cognitifs associés à chacun des tests et départager ceux qui étaient associés aux FEs.

Le troisième objectif avait pour but de mieux comprendre les similitudes et les dissemblances qui existent entre le fonctionnement intellectuel et les FEs en répondant à la question suivante : « À partir des construits qui renvoient aux FEs et qui ont été identifiés pour chacun des tests (en fonction des résultats des premier et deuxième objectifs), quels sont les construits qui recoupent ou non ceux identifiés à partir de l'échelle du fonctionnement intellectuel? ».

Discussion des résultats en fonction des premier et deuxième objectifs

Globalement, les résultats aux analyses statistiques factorielles effectuées sur les tests à l'étude (*WISC-III*, *CVLT-C*, *Figure complexe de Rey-Osterrieth* et le *WCST*), appuient l'idée de multifactorialité des tests neuropsychologiques. En effet, un même test peut être utilisé pour évaluer plusieurs fonctions cognitives simultanément. Tel qu'obtenu dans les analyses, le *WISC-III* permet de mesurer des Compétences verbales et non verbales. Le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* se sont avérés être des tests mesurant non seulement les fonctions mnésiques, mais également des FEs.

D'autre part, le *WCST* s'est avéré être un test évaluant plusieurs construits, mais tous associés aux FEs.

Wechsler Intelligence Scale for Children (3e édition)

Les études faites précédemment avec le *WISC-III* ont généralement mis en évidence quatre facteurs (Compréhension verbale, Organisation perceptive, Résistance à la distraction et Vitesse de traitement) avec des participants sans pathologie (Burton et al., 2001; Keith & Witta, 1997).

Dans la présente étude, il est intéressant de constater que les résultats à l'échelle de fonctionnement intellectuel se scindaient uniquement en deux parties. Celles-ci ont été identifiées comme étant d'une part les compétences verbales et, d'autre part, les compétences non verbales. Tel que mentionné plus haut, le *WISC-III* comporte deux échelles principales (verbale et non verbale), mais également quatre sous-échelles : Compréhension verbale, Organisation perceptive, Vitesse de traitement de l'information et Résistance à la distraction. Les deux dernières sous-échelles ne sont pas ressorties des résultats obtenus. En fait, les sous-tests qui constituent ces deux sous-échelles, soit Code et Recherche de symboles (Vitesse de traitement de l'information) et Arithmétique et Séquences de chiffres (Résistance à la distraction), se sont tous regroupés sous le Facteur verbal. Les sous-tests Recherche de symboles et Arithmétique ont également partagé un poids factoriel avec le Facteur non verbal. L'existence de ces sous-échelles (Vitesse de traitement de l'information et Résistance à la distraction) avec la clientèle à

l'étude, soit des enfants et adolescents victimes d'un traumatisme cranio-cérébral, est donc questionnée.

Ces résultats rejoignent les observations de Sherman et al. (1995) réalisées avec une clientèle d'adultes ayant subi un TCC. À la suite d'analyses corrélationnelles entre l'échelle d'intelligence *WAIS-R* et des tests neuropsychologiques, ces auteurs ont observé que certains sous-tests du *WAIS-R* avaient des corrélations moins importantes que d'autres sous-tests avec leur sous-échelle respective (Compréhension verbale, Organisation perceptive, Vitesse de traitement ou Résistance à la distraction). Tel était le cas du sous-test Arithmétique, utilisé dans le calcul de la « Résistance à la distraction », qui était peu corrélé avec cet indice. La force du lien était aussi importante avec l'indice de Compréhension verbale, tel qu'observé dans la présente recherche. L'absence du facteur Vitesse de traitement était également ressortie des travaux de Villemure (2006) réalisés avec des enfants et des adolescents ayant des difficultés d'apprentissage.

En synthétisant ces résultats de recherche, il ressort en quelques sortes qu'avec une population dite « normale » ou sans pathologie, la vitesse de traitement de l'information et la capacité de résistance à la distraction se distingueraient des compétences verbales et non verbales. Avec une clientèle d'enfants atteints d'un TCC, ces compétences seraient plus « diffuses » et elles interféreraient avec les compétences verbales et non verbales. D'ailleurs, les auteurs s'étant intéressés à cette population ont démontré, entre autres, des déficits quant aux fonctions attentionnelles et à la vitesse de traitement des

informations chez cette clientèle (Dalby & Obrzut, 1991; Ewing-Cobbs et al., 1986; Lehr, 1990; Reeder & Logue, 1994). Ces déficits cognitifs, observés chez la majorité des personnes ayant subi un TCC, pourraient justifier les résultats obtenus dans la présente recherche.

En regard des premier et deuxième objectifs, les analyses supportent donc que le *WISC-III* couvre plus d'un construit. Par ailleurs, ces construits renvoient à différents aspects de l'intelligence. Les construits identifiés dans la présente étude ne couvrent toutefois pas tous les aspects de l'intelligence qui sont habituellement identifiés chez des populations normales (Vitesse de traitement et Résistance à la distraction).

California Verbal Learning Test for Children

Les résultats de la présente étude, obtenus à partir des variables du *CVLT-C*, ont fait ressortir cinq facteurs, ce qui s'accorde avec les différentes recherches effectuées avec ce test. La plupart des chercheurs ayant utilisé des analyses factorielles avec différentes clientèles ont obtenu entre trois et six facteurs (Delis et al., 1987; Mottram & Donders, 2005; Nolin, 1999; Villemure, 2006; Wiegner & Donders, 1999).

De ces cinq facteurs, deux renvoient aux capacités d'apprentissage de matériel verbal, donc les fonctions mnésiques (Capacité générale d'apprentissage verbal et Interférence rétroactive) et les trois autres facteurs étaient associés aux FEs (Effet proactif, Dysfonction exécutive en mémoire verbale et Stratégies).

Le *CVLT-C* mesure donc des construits associés aux fonctions mnésiques, ce qui est conforme au mandat de ce test, utilisé principalement pour l'évaluation des capacités d'apprentissage verbal. Ce test mesure également d'autres construits qui renvoient aux FEs. Ces données vont dans le même sens que celles de Delis et al. (1987) et de Nolin (1999) qui avaient identifié deux facteurs similaires : Stratégies d'apprentissage et Effet proactif. L'intérêt majeur de cette analyse est de démontrer que le *CVLT-C*, en plus d'être multifactoriel et d'être une mesure de la mémoire, permet l'évaluation d'une catégorie différente de fonctions cognitives, soit les FEs.

De plus, ces résultats soutiennent la pertinence de l'approche de Boston dans le développement de ces tests. En effet, il est nécessaire non seulement de s'attarder au résultat final (échec ou réussite d'une tâche), mais d'investiguer les processus qui ont mené au résultat final (stratégies utilisées, interférence ou non entre les informations, etc.). Cette façon d'interpréter les tests renseigne davantage le clinicien sur la dynamique cognitive du client, plutôt que de seulement statuer sur ses capacités ou non à réussir une tâche. Le *CVLT-C* peut soutenir une telle démarche d'interprétation, tel qu'observé par les résultats de la présente recherche.

Figure complexe de Rey-Osterrieth

Les analyses factorielles obtenues au test de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* illustrent la distinction entre les variables de mémoire et les indices exécutifs en copie. En effet, les variables se sont scindées en deux facteurs; les indices exécutifs au moment

de la copie du dessin, tels que les persévérations, les intrusions et la planification, se sont regroupés sous le premier facteur, tandis que le second facteur fait appel à la mémoire visuelle. Il n'a malheureusement pas été possible de trouver dans la revue des écrits des textes ayant porté sur des analyses factorielles faites avec ce test. Les résultats de la présente étude sont donc originaux sur ce plan.

En regard du premier l'objectif, l'aspect de multifactorialité est donc rencontré également pour le test de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*. Concernant le deuxième objectif, les résultats supportent l'idée que ce test permet d'évaluer non seulement la mémoire visuelle, mais également la présence de certains indices (persévérations, intrusions, mauvaise planification) lors de la copie, indices associés généralement à un mauvais fonctionnement des lobes frontaux. Par ailleurs, et comme il a été souligné pour le *CVLT-C*, les résultats soutiennent la pertinence de l'approche de Boston qui fournit aux neuropsychologues une cotation complémentaire à celle développée par l'auteur d'origine de ce test, et qui permet de mesurer des phénomènes cognitifs complémentaires à la mémoire et aux fonctions visuo-constructives (planification, persévérations et intrusions).

Wisconsin Card Sorting Test

Les variables du *WCST* se sont réunies autour de deux facteurs selon les résultats obtenus : Apprentissage catégoriel par rétroaction et Conceptualisation. Ces résultats sont, globalement, comparables aux analyses factorielles effectuées dans différentes

recherches. En effet, les chercheurs ayant effectué le même type d'analyses ont identifié trois facteurs avec le *WCST* chez diverses clientèles ayant des pathologies (Greve et al., 2002; Greve et al., 2005; Heaton et al., 1993; Nagahama et al., 2003). Le troisième facteur ressorti dans les autres études et qui diffère de la présente recherche faisait renvoie particulièrement aux persévérations et autres types d'erreurs. Dans la présente étude, ces variables se sont regroupées sous le premier facteur (Apprentissage catégoriel par rétroaction), alors que dans les études citées, elles formaient un facteur, à elles seules, se dissociant des autres variables. Malgré cette différence dans le nombre de facteurs identifié par rapport aux autres études, le fait que les variables Persévérations et Erreurs non persévératives se soient associées aux variables Capacité d'apprentissage et Nombre de catégories complétées fait du sens. En effet, les capacités d'apprentissage et les catégories complétées sont des variables dépendantes des erreurs commises, peu importe la nature de celles-ci. Plus les erreurs sont nombreuses, plus les capacités d'apprentissage d'une personne risquent d'être faibles, de même que le nombre de catégories complétées comparativement à une personne qui ne commet pas d'erreurs.

Il est d'ailleurs intéressant de constater que pour le premier facteur (Apprentissage catégoriel par rétroaction), les variables Persévérations et Erreurs non persévératives, des mesures de dysfonctionnement exécutif, sont inversement proportionnelles aux deux autres variables (Capacité d'apprentissage et Nombre de catégories complétées). Les participants qui présentaient des capacités d'apprentissage plus faibles et qui complétaient un plus petit nombre de catégories commettaient donc davantage d'erreurs

et ils avaient tendance à commettre des persévérations. Ces observations vont dans le même sens que les propos de Seron et Van der Linden (2000) qui ont mentionné qu'un déficit de flexibilité cognitive sera accompagné de comportements persévératifs et d'un manque de souplesse mentale.

Quant au deuxième facteur (Conceptualisation), les variables qui le composent (Nombre d'essai avant de compléter la 1^{re} catégorie et Maintien d'une catégorie) peuvent être interprétées de la façon suivante : le participant qui trouvait rapidement la première catégorie en début de tâche, avait tendance à maintenir plus facilement les différentes catégories au cours de l'activité. Pour être en mesure d'identifier rapidement la première catégorie, le participant devait donc faire preuve d'abstraction et de capacités à générer des concepts.

Avec la clientèle à l'étude, le *WCST* semble départager : (1) la capacité à s'ajuster ou à modifier une réponse en fonction de la rétroaction provenant de l'environnement et (2) la capacité à générer un concept, l'abstraction et la conceptualisation. Ces deux facteurs renvoient à différentes FEs. Le *WCST* est donc multifactoriel, mais ses construits sont associés aux FEs.

Résumé des résultats aux premier et deuxième objectifs

En résumé, les résultats des analyses statistiques soutiennent l'idée de multifactorialité (mesurer plus d'un construit à la fois) pour les tests

neuropsychologiques qui ont été retenus dans la présente étude. De plus, le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*, corrigés selon les critères de l'école de Boston, permettent d'évaluer des construits cognitifs de catégories différentes et qui répondent aux modèles de la neuropsychologie cognitive, plus particulièrement les FEs dans une tâche de mémoire et d'apprentissage verbal, et dans une tâche de mémoire visuelle et de visuo-construction.

À partir de ce constat, l'approche de Boston est d'autant plus importante à privilégier afin d'évaluer les processus qui mènent à la réussite ou à l'échec d'une tâche. En extrapolant ces résultats, l'importance du rôle des FEs peut être soulignée dans la bonne réalisation des tâches de mémoire, autant visuelle que verbale, mais également dans des tâches évaluant d'autres fonctions, comme les fonctions instrumentales (langage, praxies, gnosies, etc.).

Ce constat rejoint la définition donnée par plusieurs auteurs qui affirment que les FEs chapeautent plusieurs fonctions, ayant un rôle de régulation des fonctions comme l'attention, la mémoire, le langage et autres fonctions prises en charges par les régions cérébrales postérieures et basales (Brocki & Bohlin, 2004; Pridmore, 2007; Stuss & Benson, 1986; Stuss & Knight, 2002).

Discussion des résultats en fonction du troisième objectif

Le troisième objectif de la présente recherche était de questionner les ressemblances et les dissemblances entre l'intelligence et les FEs. Pour y répondre, des analyses factorielles et corrélationnelles de Pearson et canoniques ont été effectuées. Il est intéressant de constater que des interprétations différentes se dégagent selon l'approche statistique employée. Les corrélations de Pearson et canoniques soutiennent les liens entre les fonctions intellectuelles et les FEs. Quant aux analyses factorielles et, à nouveau, de corrélations canoniques, elles ont également fait ressortir des similitudes entre ces deux types de variables, mais elles soulignent également des différences entre ces deux construits.

Résultats des analyses de corrélations de Pearson

Tel que mentionné, les analyses corrélationnelles ont mis en évidence des similitudes entre les variables mesurant le fonctionnement intellectuel et celles rattachées aux FEs. En effet, l'ensemble des corrélations obtenues entre les variables du *WCST*, les QI (global, verbal et non verbal) et les indices (Compréhension verbale, Organisation perceptive, Résistance à la distraction et Vitesse de traitement de l'information) du *WISC-III* étaient quasi toutes significatives. Ces données appuient les observations de différents auteurs (Blair, 2006; Duncan et al., 1996; Friedman et al., 2006, 2006; Kane & Engle, 2002) qui supportaient l'idée d'une similitude entre le fonctionnement intellectuel et les FEs.

D'autre part, l'If étant le plus souvent comparée aux FEs, des corrélations ont également été effectuées, cette fois, entre les sous-tests du *WISC-III* et les variables du *WCST*. Certains résultats inattendus ont été observés. Par exemple, le sous-test Blocs, un des sous-tests permettant l'estimation de l'If (Kaufman, 1994; McGrew & Flanagan, 1996; Willis, 1996), était corrélé avec peu de variables du *WCST*. Les sous-tests Arithmétique et Assemblage d'objets, qui sont aussi des sous-tests associés à l'If, présentaient par contre de nombreuses corrélations significatives avec les variables du *WCST*, appuyant le postulat de la relation entre If et FEs.

D'autres résultats étonnants ont également été observés. Les corrélations significatives entre les sous-tests composant l'Ic (Vocabulaire, Connaissances et Compréhension) et le *WCST* étaient nombreuses. Ces observations peuvent s'expliquer par le fait que le *WCST* permet l'évaluation des FEs certes, mais que ces FEs sont davantage associées à des compétences verbales, comme la capacité de catégorisation, d'abstraction et de généralisation. Néanmoins, les liens entre le *WCST* et les sous-tests du *WISC-III* qui renvoient à l'Ic n'étaient pas attendus de façon aussi importante sur la base des postulats voulant que ce soit principalement l'If qui soit liée aux FEs (Blair, 2006; Kane & Engle, 2002).

En conclusion, à l'aide des analyses corrélationnelles de Pearson, des similitudes ont été observées entre les variables du *WCST*, tâche mesurant les FEs, et les QI et indices du *WISC-III*. Par contre, en observant les corrélations entre le *WCST* et les sous-

tests du *WISC-III*, des corrélations significatives ont été notées non seulement pour les sous-tests reconnus pour refléter l'I_f, mais également pour les sous-tests qui renvoient à l'I_c.

Résultats des analyses factorielles et des corrélations canoniques

Afin d'approfondir la question des ressemblances et des dissemblances entre le fonctionnement intellectuel et les FEs, d'autres analyses statistiques ont été effectuées : des analyses factorielles et de corrélations canoniques. Les résultats de ces deux types d'analyses seront traités dans la même section, puisque les résultats étaient très similaires. Ces analyses ont fait ressortir des similitudes entre le fonctionnement intellectuel et les FEs, mais également des différences.

Similitudes entre QI et FEs (1^{er} et 2^e facteurs). En regard de l'analyse factorielle de second ordre, les Facteurs verbal et non-verbal (*WISC-III*) et le Facteur Fonctions exécutives en copie (*Figure complexe de Rey-Osterrieth*) ont formé le premier facteur (Facteur *Intelligence et Fonctions exécutives en copie*). Les deux facteurs du *WISC-III* se sont également réunis sous un même facteur, mais cette fois, avec le Facteur Apprentissage catégoriel par rétroaction (*WCST*) et le Facteur Effet Proactif (*CVLT-C*) (Facteur *Intelligence et apprentissage catégoriel par rétroaction*). Chacun des quatre tests retenus pour l'étude partageaient donc des construits communs.

En d'autres mots, avec la clientèle ayant subi un TCC modéré ou sévère, un faible résultat aux sous-tests évaluant le fonctionnement intellectuel serait associé à : (1) davantage de persévérations, d'intrusions et une mauvaise planification lors de la copie de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*, (2) plus de difficultés à tenir compte de la rétroaction de l'examineur au *WCST* pour modifier ses réponses (une plus grande difficulté à s'ajuster ou à modifier ses réponses en fonction d'informations provenant de l'environnement) et (3) une plus grande sensibilité à l'interférence proactive au *CVLT-C* (nombre plus faible de mots rappelés à la Liste B en raison de l'interférence occasionnée par l'apprentissage des mots de la Liste A).

Les résultats aux analyses de corrélations canoniques supportent également l'hypothèse de ressemblances entre les FE et l'intelligence. Les premières analyses de corrélations canoniques, effectuées entre les variables du *WISC-III* et du *WCST*, ont fait ressortir des corrélations significatives entre elles. Le premier ensemble unissait des variables utilisées dans le calcul du QI verbal et du QI non verbal (Connaissances, Similitudes, Arithmétique, Compréhension, Séquences de chiffres, Images à compléter, Arrangements d'images, Assemblages d'objets). Les variables Persévérations, Erreurs non persévératives, Catégories complétées et Capacité d'apprentissage du *WCST* composaient le deuxième ensemble. Ces résultats supportaient donc l'idée de corrélations entre des variables associées au concept d'intelligence et des FE.

De même, les deuxièmes analyses de corrélations canoniques effectuées, cette fois avec les facteurs du *WISC-III* et ceux associés aux FEs, ont fait ressortir une paire de corrélation canonique significative. Les Facteurs verbal et non verbal (premier ensemble) étaient corrélés avec quatre des six facteurs associés aux FEs (deuxième ensemble) : Fonctions exécutives en copie (*Figure complexe de Rey-Osterrieth*), Apprentissage catégoriel par rétroaction (*WCST*), Conceptualisation (*WCST*) et Effet proactif (*CVLT-C*). Les deux facteurs n'étant pas corrélés aux autres étaient Dysfonction exécutive en mémoire verbale et Stratégies, tous deux tirés du *CVLT-C*. Les résultats aux analyses de corrélations canoniques étaient donc similaires à ceux obtenus aux analyses factorielles de second ordre.

Ces résultats appuient l'idée que le fonctionnement intellectuel et certaines FEs seraient deux concepts reliés, tel que l'ont souligné plusieurs auteurs (Duncan et al., 1996; Friedman et al., 2006). Un des arguments en faveur d'une similitude entre les FEs et l'intelligence est que les mêmes régions cérébrales seraient sollicitées pour les tâches évaluant les FEs et l'If (Kane & Engle, 2002). Des études démontrent le rôle proéminent des lobes frontaux (principaux gestionnaires des FEs), particulièrement du cortex préfrontal, pour la réalisation de tâches de raisonnement, de déduction et d'inférence (If) (Kane & Engle, 2002). Les résultats obtenus appuient ces hypothèses.

D'autre part, Blair a proposé que les sous-composantes de l'If seraient la mémoire de travail et les FEs (capacités d'inhibition, la flexibilité et l'attention soutenue pour

planifier et exécuter une séquence d'actions). Ce constat rejoint les résultats obtenus dans la présente recherche. Par contre, l'implication d'autres fonctions que les FEs dans l'If, dont les fonctions attentionnelles (particulièrement l'attention soutenue), serait à considérer aussi. La présente recherche n'ayant pas retenu de tâches évaluant spécifiquement les fonctions attentionnelles, il est difficile de départager l'apport des FEs et des fonctions attentionnelles dans le fonctionnement intellectuel. Ceci constitue une piste très intéressante pour les prochaines recherches, soit de la reproduire en incluant des tests d'attention. Il serait également intéressant d'investiguer les similitudes et les dissemblances entre les FEs et l'attention, ces deux concepts partageant des composantes similaires, dont la résistance à la distraction et l'inhibition de stimuli non pertinents (attention sélective). Dans la présente étude, les variables du *WISC-III* qui ciblent l'attention (Résistance à la distraction) se retrouvent soit avec les variables de l'Indice de Compréhension verbale ou soit avec l'Indice d'Organisation Perceptive. Cela suggère que l'attention, les FEs et l'intelligence sont quelque peu confondues suite à un traumatisme crânio-cérébral. Les résultats de la présente recherche rejoignent par ailleurs les résultats de Sherman et al. (1995). Ceux-ci ont conclu que les facteurs Compréhension verbale et Organisation perceptive (*WAIS-R*) ne semblaient pas être des mesures « pures » avec la clientèle de personnes ayant subi un TCC, en raison des liens qu'ils ont observés statistiquement entre ces mesures et le fonctionnement mnésique et exécutif.

De plus, un lien intéressant est à faire avec la définition de l'intelligence selon Wechsler. Tel que mentionné plus haut, celui-ci décrivait l'intelligence comme étant la capacité à agir en fonction d'un but, à penser rationnellement, à comprendre l'environnement et à répondre à ses demandes. Cette définition regroupe certains construits qui se sont associés aux Facteurs verbal et non-verbal du *WISC-III*, tel que révélé par les analyses statistiques effectuées dans la présente étude. À titre d'exemple, la capacité à s'ajuster ou à modifier ses réponses en fonction de l'environnement, évaluée à l'aide du *WCST*, serait une composante importante à considérer dans le fonctionnement intellectuel. Ces résultats supportent la définition de l'intelligence, selon Wechsler, qui inclut des composantes des FEs.

Un autre résultat fort intéressant obtenu dans les analyses statistiques de la présente recherche et appuyant l'hypothèse de ressemblances entre les FEs et l'intelligence, est l'association entre le facteur Apprentissage catégoriel par rétroaction du *WCST* et les Facteurs verbal et non verbal du *WISC-III*. Ce résultat est très intéressant puisqu'en d'autres mots, le *WCST*, un test qui existe depuis longtemps et qui est habituellement reconnu pour son efficacité quant à l'évaluation des FEs, mesurerait des construits semblables à ceux qui sont associés au fonctionnement intellectuel. Ce constat est contraire aux résultats de recherche de Ardila et al. (1998) qui n'avaient identifié aucune association entre l'échelle d'intelligence *WAIS* et le *WCST*. Ces auteurs ont soulevé la distinction entre le fonctionnement intellectuel et les FEs, et donc que ces tests n'évaluaient pas les mêmes concepts.

Ces résultats contradictoires amène un approfondissement de la réflexion sur les particularités de ce test et sur les construits qu'il mesure. En fait, le *WCST* se distingue des autres tests par le fait qu'il est le seul pour lequel le participant doit en déduire les règles (il doit trouver par lui-même la façon de classer les cartes). De plus, ce test est le seul à offrir une « rétroaction » à l'individu sur son comportement pendant la réalisation de la tâche. En fait, il est le seul test à évaluer quantitativement la capacité à s'ajuster ou à modifier son comportement en fonction de son environnement. Cette capacité se traduit, dans ce test, par la façon dont le participant va moduler ses réponses en fonction de l'approbation ou de la désapprobation de l'évaluateur. Le fait de devoir trouver par lui-même la bonne façon de faire la tâche, de même que de moduler ses comportements, requiert certes des capacités de raisonnement logique, de déduction et d'analyse. À un niveau supérieur, le participant doit faire preuve de « métacognition », c'est-à-dire d'analyser ses propres processus cognitifs (Hanten, Dennis, Zhang, Barnes, Roberson, Archibald, et al., 2004). L'individu doit donc faire preuve d'auto-régulation, d'auto-analyse et d'auto-correction. Les autres tests ne permettent pas la mesure de ces fonctions, ce qui fait du *WCST* un test unique et distinct.

Par contre, la définition de l'intelligence selon Wechsler (capacité à agir en fonction d'un but, à penser rationnellement, à comprendre l'environnement et à répondre à ses demandes) renvoie clairement aux variables mesurées par le *WCST*. Donc, le *WCST* permettrait d'évaluer des notions que les autres tests ne permettraient pas de faire, mais ces notions rejoindraient la définition de l'intelligence. De là son aspect unique,

tout en partageant certains construits avec les tests mesurant le fonctionnement intellectuel. La capacité à s'ajuster aux demandes de l'environnement, à moduler ses comportements ainsi que les aspects reliés à la « métacognition » constitueraient donc des éléments importants dans la définition du fonctionnement intellectuel, mesurer par le *WCST*, mais non par le *WISC-III*.

En poussant encore davantage la réflexion sur ces notions, un lien intéressant est à faire avec l'étude de Kennedy et al. (2008). À l'aide d'une recension de plusieurs études portant sur des programmes d'interventions auprès d'une clientèle TCC adultes, ces auteurs ont conclu que les programmes d'interventions basés sur des interventions de type « métacognitif » (stratégies d'auto-contrôle, d'auto-enregistrement des performances, de prise de décisions centrée sur des buts et d'ajustements ou de modifications de plans en fonction d'auto-évaluation ou de rétroactions externes) étaient ceux qu'il fallait appliquer, dénotant l'importance de ces fonctions.

Des liens sont également à faire avec le modèle de Stuss et de ses collègues (Stuss & Benson, 1986; Stuss & Knight, 2002) qui place la « Conscience de soi » comme la fonction la plus élevée des fonctions frontales. La « Conscience de soi » renvoie en quelque sorte aux fonctions métacognitives (la conscience de soi ou la conscience de ses propres pensées). Cette fonction, selon ces auteurs, chapeauterait d'autres FEs nécessaires à la réalisation d'activités nouvelles ou non routinières et qui sollicitent de nouvelles solutions (l'anticipation, la sélection de buts, la planification et le *monitoring*).

Les fonctions métacognitives auraient donc un rôle important à jouer dans le bon fonctionnement des autres fonctions cognitives et des comportements qui en résultent.

Le *WCST* est l'un des rares tests neuropsychologiques qui sollicite les fonctions métacognitives. Ceci constitue une piste intéressante pour les prochaines recherches qui s'attarderont au développement de nouvelles mesures neuropsychologiques et aux liens entre intelligence et FEs. Les concepteurs des nouvelles mesures devraient considérer l'importance des processus métacognitifs en raison de leur contribution à l'évaluation de l'intelligence ainsi qu'au bon fonctionnement d'autres fonctions.

Dissemblances entre QI et FEs (3^e facteur). Jusqu'à présent, les associations entre les FEs et le fonctionnement intellectuel ont été décrites. Par contre, et tel que mentionné plus haut, les analyses factorielles et les analyses de corrélations canoniques ont mis en évidence des distinctions entre les FEs et le fonctionnement intellectuel.

Dans les analyses statistiques factorielles, le troisième facteur « *Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives* » est constitué uniquement d'un facteur issu du *CVLT-C*, soit Dysfonction exécutive en mémoire verbale, qui regroupe les variables suivantes : (1) Intrusions aux rappels libres, (2) Persévérations, (3) Faux positif et (4) Intrusions aux rappels indicés.

Ce facteur, *Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives*, est composé de variables qui sont issues du *CVLT-C*, un test qui a été développé afin de couvrir des aspects frontaux à partir de l'évaluation d'autres fonctions. Ainsi, le *CVLT-C* a été développé pour évaluer la mémoire et l'apprentissage en modalité verbale, mais il est possible de calculer des scores liés aux FEs (Intrusions, Persévérations, Faux positifs). Le fait que ces variables du *CVLT-C*, liées aux FEs, se soient retrouvées sous un facteur indépendant de ceux qui regroupent les variables issues du *WISC-III*, donc les variables évaluant le fonctionnement intellectuel, appuie l'hypothèse d'une dissemblance entre les FEs et l'intelligence. Contrairement au *CVLT-C*, le *WISC-III* ne permettrait pas de mesurer les indices d'un dysfonctionnement exécutif en modalité verbale. Ces deux tests mesureraient des construits différents.

Par ailleurs, ce facteur (*Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives*) est principalement composé de mesures d'intrusions et de persévérations. Tel qu'abordé précédemment, les persévérations et les intrusions peuvent refléter des difficultés de flexibilité cognitive et de manque d'inhibition (Botez-Marquard & Boller, 2005; Collette & Van der Linden, 2002). Ce type d'erreurs est également reconnu en neuropsychologie comme étant des indicateurs d'un dommage cérébral (Lezak, 1995). Le *CVLT-C*, corrigé selon l'approche de Boston, permettrait donc la mesure des capacités de flexibilité et d'inhibition, ou seraient sensibles aux dommages cérébraux, ce que le *WISC-III* ne permettrait pas de faire.

D'autre part, le manque de flexibilité cognitive et d'inhibition influencerait la performance à des tâches de mémoire, tel qu'observé au *CVLT-C*. Ce constat rejoint en partie le modèle de Barkley (1997) qui suggère que l'inhibition agirait comme un contrôleur du comportement et influencerait le bon fonctionnement des FEs, mais également d'autres fonctions, comme l'autorégulation des affects, la mémoire de travail, l'internalisation du langage et la mémoire. Dans le même ordre d'idées, sans toutefois faire référence aux capacités d'inhibition spécifiquement mais plutôt aux FEs en général, Stuss et ses collègues (Stuss & Benson, 1986; Stuss & Knight, 2002) stipulaient que les fonctions frontales avaient un rôle de régulation des fonctions « inférieures », comme l'attention, la mémoire et le langage, qui relèvent des régions cérébrales postérieures et basales. Alors que pour Barkley (1997) les fonctions inhibitrices seraient les régulateurs des autres fonctions cognitives, il s'agirait plutôt de la « Conscience de soi » pour Stuss et ses collaborateurs.

De plus, Kane et Engle (2002) ont souligné l'impact des lésions du cortex préfrontal sur les apprentissages. En effet, les dommages de cette région cérébrale réduiraient la performance aux tâches de mémoire en raison de l'interférence avec d'autres stimuli et de la faible résistance pour les sources de distraction. En raison de ces déficits, les personnes présentant des lésions du cortex préfrontal auraient des difficultés à assimiler de nouvelles informations, à discriminer des événements rapprochés dans le temps et à se rappeler de l'origine (ou la provenance) des nouvelles informations (Kane & Engle, 2002). Ce constat souligne encore une fois l'importance des FEs dans le

fonctionnement d'autres fonctions. Dans cet exemple, les FEs renvoient principalement aux capacités d'inhibition des sources de distraction et d'interférence pour parvenir à faire de nouveaux apprentissages (mémoire). Les résultats obtenus dans la présente étude apportent de l'eau au moulin et nourrissent la réflexion sur les modèles des FEs proposés par ces auteurs.

Les résultats de la présente recherche soulignent donc la pertinence de l'utilisation du *CVLT-C* pour la mesure de certaines FEs et ils soutiennent également le rôle de gestionnaire des FEs, du moins pour la gestion des fonctions mnésiques verbales.

Il est intéressant de constater que les analyses de corrélations canoniques supportent les résultats obtenus avec les analyses factorielles. En effet, le facteur Dysfonction exécutive en mémoire verbale du *CVLT-C* ne semblait pas partager de corrélations avec les facteurs de la paire canonique significative, dont les deux facteurs du *WISC-III*. Ces résultats appuient d'autant plus une différenciation entre les FEs et les fonctions intellectuelles.

Dans le même ordre d'idées, d'après les analyses factorielles et de corrélations canoniques, le facteur Stratégies du *CVLT-C* ne semblait pas partager de construits communs ou de corrélations avec les facteurs du *WISC-III*. En effet, tout comme le facteur Dysfonction exécutive en mémoire verbale, aussi issu du *CVLT-C*, le facteur Stratégies ne s'est retrouvé sous aucun des trois facteurs dans les analyses factorielles

(Intelligence et Fonctions exécutives en copie, Intelligence et Apprentissage catégoriel par rétroaction et Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives). De même, le poids canonique de ce facteur était loin d'être significatif lors de l'analyse de corrélations canoniques.

Ce facteur indépendant (Stratégies du *CVLT-C*), constitué des variables Courbe d'apprentissage, Regroupement sémantique et Regroupement sériel, semble représenter une autre facette des FEs, soit la capacité à générer des stratégies. Il semble donc agir à titre de « stratégie », c'est-à-dire qu'il renseigne sur la façon dont l'individu organise les informations afin de les mémoriser. Au *CVLT-C*, il est possible de mémoriser les mots selon leur catégorie sémantique, ce qui est la stratégie la plus efficace. Sinon, le participant peut tenter de mémoriser les mots selon leur ordre de présentation. Cette stratégie est néanmoins moins efficace que la stratégie de mémorisation par catégories sémantiques. L'essence de ces résultats est donc de retenir que l'utilisation d'une stratégie influence la performance. En effet, le participant qui organise le matériel optimisera ses apprentissages, car les mots seront plus faciles à mémoriser et à récupérer en mémoire.

Tel que mentionné plus haut, la capacité d'organisation renvoie à une sous-composante des FEs (Botez-Marquard & Boller, 2005; Desmarais et al., 2004). Les stratégies d'organisation pourraient donc être considérées comme une FE assez bien isolée des autres. Dans la présente étude, ce type de FE n'a été retrouvé qu'avec le

CVLT-C qui permettait d'obtenir des scores de cette nature, ce que le *WISC-III* ne permettait pas. Il serait intéressant de poursuivre les travaux dans ce domaine afin de voir si ce construit se retrouve de façon transversale dans d'autres types de tests ou si il est spécifique aux tâches de mémoire verbale.

Résumé des résultats pour les trois objectifs

Il s'avère que tous les tests retenus dans la présente étude répondent de façon positive au premier objectif; ces tests sont multifactoriels, c'est-à-dire qu'ils mesurent plus d'un construit. Dans l'ensemble, les différents construits évalués par ces tests correspondaient aux construits pour lesquels ils ont été développés, c'est-à-dire les fonctions intellectuelles pour le *WISC-III*, les capacités d'apprentissage et la mémoire verbale pour le *CVLT-C*, la mémoire visuelle et la visuo-construction pour la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*, et les FEs pour le *WCST*.

Ces analyses statistiques ont également permis de répondre au deuxième objectif. En effet, parmi les construits mesurés par les tests retenus, certains de ces construits renvoient à des FEs. Le *CVLT-C* permettrait d'évaluer la résistance à l'interférence, la flexibilité et l'inhibition ainsi que les stratégies employées pour la mémorisation d'informations verbales. De même, la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* permettrait également la mesure de FEs : la flexibilité et l'inhibition ainsi que la planification de matériel visuel. Quant au *WCST*, tous les construits identifiés reflèteraient des FEs,

c'est-à-dire la flexibilité, la conceptualisation et la capacité à moduler ses comportements en fonction de la rétroaction provenant de l'environnement.

La réponse à donner en regard du débat entre les similitudes et les dissemblances concernant le fonctionnement intellectuel et les FEs, débat ayant été en quelque sorte une source d'inspiration pour la présente recherche, est complexe. Tel que mentionné, il y a absence de consensus dans les écrits scientifiques quant à la définition des FEs et de ses sous-composantes. À la lumière des résultats de la présente recherche, il est possible d'expliquer, du moins en partie, la difficulté à définir ces fonctions compte tenu de leurs multiples rôles. En effet, les FEs seraient impliquées, à différents degrés, dans le bon fonctionnement d'autres fonctions cognitives, dont le fonctionnement intellectuel et la mémoire.

Par définition, les FEs en général sont essentielles au bon fonctionnement cognitif global. Pridmore (2007) stipule que les composantes suivantes seraient toutes dépendantes des lobes frontaux, directement ou indirectement : les comportements, le langage, l'humeur, les affects, la pensée, les perceptions, la mémoire, la concentration, l'orientation, l'intelligence, l'introspection et la perception de soi. Un déficit de l'une ou l'autre des FEs entraînerait des difficultés dans certains domaines, à différents degrés, selon la ou les FEs atteintes.

Tel que mentionné plus haut, plusieurs auteurs ont souligné la similitude entre l'If

et les FEs par le fait que les lobes frontaux semblaient impliqués dans le fonctionnement de ces deux concepts. Tel que stipulé par Pridmore (2007), plusieurs fonctions sont dépendantes, à différents degrés, du bon fonctionnement des lobes frontaux et non seulement l'If et les FEs. Ces auteurs ont souligné l'importance de s'attarder aux fonctions attentionnelles qui semblent partager des construits similaires avec les FEs. La mémoire de travail est également une fonction à mieux comprendre; plusieurs auteurs rapportent, à travers leur recherche, des corrélations significatives entre les tâches évaluant la mémoire de travail, l'If et les FEs (Blair, 2006; Saggino et al., 2006). L'investigation de l'implication des fonctions attentionnelles et de la mémoire de travail dans les tâches évaluant les FEs permettrait de mieux comprendre les résultats de la présente recherche et d'apporter des arguments supplémentaires dans le débat associant l'intelligence et les FEs.

À la lumière des résultats obtenus, le fonctionnement intellectuel et les FEs ne seraient donc pas deux concepts dissociés. Les résultats suggèrent la présence de construits partagés entre eux : (1) les compétences verbales (comme les connaissances, le vocabulaire, les capacités d'abstraction), (2) les compétences non verbales (comme le raisonnement logique, la déduction avec du matériel visuel), (3) l'apprentissage par rétroaction (la capacité à modifier ses réponses ou ses comportements en fonction d'éléments de l'environnement, user de stratégies métacognitives comme l'auto-analyse, l'auto-correction, user de flexibilité pour être en mesure de délaisser un « patron » de réponses pour un autre), (4) l'effet proactif (la résistance à l'interférence, ou réduire

l'impact de l'interférence que peut provoquer d'anciens apprentissages sur de nouveaux apprentissages), et (5) les fonctions exécutives en copie (p. ex., la flexibilité et l'inhibition d'éléments non pertinents pouvant interférer avec le matériel visuel à copier, la capacité à planifier le matériel visuel).

Toutefois, certaines FEs sembleraient indépendantes du fonctionnement intellectuel, de par le fait qu'elles se présentaient comme des facteurs différents : (1) Fonctions exécutives régulatrices d'autres fonctions cognitives (p. ex., résister à l'interférence des distracteurs) et (2) Stratégies en mémoire (p. ex., regrouper de façon logique et efficace des informations verbales à mémoriser).

En conclusion, les résultats de la présente étude supportent à la fois que le fonctionnement intellectuel partage des composantes avec les FEs, tout comme ils supportent l'idée que ces deux concepts se distinguent sur certains aspects.

Limites de la recherche

Les limites de la présente recherche concernent principalement la méthode. Effectivement, le fait d'avoir fait une étude sur dossiers plutôt que d'avoir évalué les participants implique un manque de « contrôle » sur le déroulement de l'évaluation neuropsychologique. Les données recueillies dans les dossiers n'étaient pas toutes les mêmes. Par exemple, les données concernant le style de famille de l'enfant ainsi que les antécédents personnels et familiaux n'étaient pas systématiquement notés dans tous les

dossiers. Des analyses statistiques supplémentaires concernant ces données auraient été intéressantes à effectuer, compte tenu que le portrait « prémorbide » peut influencer les résultats aux tests.

De plus, certains dossiers n'ont pu être retenus par manque d'informations sur les tests administrés (p. ex., l'absence du temps d'exécution pris pour réaliser une tâche). De même, d'autres dossiers n'ont pas été retenus en raison de tâches non complétées, réduisant le nombre de participants pour la recherche.

Suivant la même logique, certains dossiers ont été exclus en raison de tests non valides, c'est-à-dire qui ont été administrés de manière « non conforme » (façon différente que celle proposée dans le manuel d'administration). Avec la clientèle à l'étude, il est fréquent de devoir adapter les tests, voire modifier les consignes de ceux-ci pour toutes sortes de raisons. Par exemple, une tâche pourrait être interrompue et reprise le jour suivant en raison d'une fatigabilité trop importante ou d'un manque de collaboration de la part du client.

Ces limites ont engendré un manque d'homogénéité des données recueillies dans les dossiers, impliquant l'exclusion de participants qui répondaient à tous les autres critères de sélection. Si la même recherche était refaite, mais cette fois, de façon prospective, c'est-à-dire en évaluant les participants plutôt qu'en analysant leurs dossiers, ces limites ne seraient pas observées. Il y aurait alors homogénéité des données

recueillies, puisque les informations pertinentes et nécessaires seraient déterminées à l'avance. De la même façon, les tâches seraient toutes administrées de la même manière.

Une autre limite importante de la présente recherche est de ne pas avoir pu utiliser tous les tests souhaités pour répondre aux questions de la recherche, soit parce qu'ils n'existaient pas au moment de l'évaluation des participants, soit parce qu'ils n'étaient pas présents en nombre suffisant dans les dossiers pour pouvoir les utiliser. Donc, le choix des tests retenus était restreint et dépendait de leur présence ou non dans les dossiers. Si la même recherche était à refaire, les chercheurs auraient accès à une plus grande variété de tests. Les chercheurs pourraient également choisir des tests plus récents qui découlent de nouveaux modèles cognitifs. Par exemple, il aurait été intéressant d'avoir accès aux sous-tests de la *D-KEFS* (Delis et al., 2001). De même, plusieurs tests de nature écologique ont été développés au cours des dernières années (p. ex. : *Test of Every Day Attention for Children*). Il aurait été intéressant d'évaluer les construits mesurés par ces tâches.

Tel que mentionné plus haut, il serait également intéressant d'investiguer les relations entre les FEs et les fonctions attentionnelles. Ces deux concepts semblent partager des composantes similaires, dont la résistance à la distraction et l'inhibition de stimuli non pertinents. En reproduisant la recherche, des mesures de l'attention pourraient être incluses, comme le *Conner's Continuous Performance Test (CPT)*, un test informatique évaluant l'attention soutenue. De même, des sous-tests de la *NEPSY*

(Attention auditive et Attention visuelle) seraient pertinents à ajouter au protocole de recherche afin d'évaluer les composantes similaires ou différentes entre les FEs et les fonctions attentionnelles.

Pour contrebalancer le poids de ces limites, il semble intéressant de souligner le nombre important de participants que cette méthode a permis d'obtenir, ainsi que le fait que tous les tests ont été re-corrigés, suite au dépouillement des dossiers, de façon à minimiser les erreurs de cotation. Si la recherche avait été faite de façon prospective, le nombre de participants aurait été moindre.

Une autre limite à souligner est l'absence de groupe contrôle. Les groupes contrôles représentent, en quelque sorte, un échantillon de la population dite « normale ». Il aurait été intéressant d'administrer les tests, retenus pour la présente recherche, à un groupe comparable d'enfants et d'adolescents, sans TCC, et respectant les mêmes critères de sélection que les participants de l'étude. Les résultats aux tâches neuropsychologiques de ces sujets contrôles auraient permis de développer davantage la discussion sur les liens entre le fonctionnement intellectuel et les FEs avec une population dite normale.

Compte tenu que les objectifs de recherche n'étaient pas centrés sur l'évaluation du profil cognitif des enfants et des adolescents ayant subi un TCC, certaines données n'ont pas été prises en compte, comme la rapidité de la récupération suite au TCC, les analyses

sur la durée moyenne du coma et de l'amnésie post-traumatique, l'impact des antécédents de troubles d'apprentissage et de déficit de l'attention sur la récupération cognitive post-TCC. Ces données peuvent certainement influencer les résultats aux tâches neuropsychologiques. De plus, plusieurs informations pertinentes sur chacun des participants n'ont pas été considérées, compte tenu des objectifs de base de l'étude (et du fait qu'elles ne se trouvaient pas dans tous les dossiers), et elles auraient pu apporter des nuances aux résultats obtenus. Par exemple, la durée du coma et de l'amnésie post-traumatique ont un impact sur la récupération des fonctions cognitives d'une personne. Ces données auraient pu être analysées statistiquement et amener des nuances, par exemple, quant à la façon dont les FEs sont mesurées par différents tests.

Portée clinique

Les résultats permettent, entre autres, une réflexion sur ce que sont les FEs et le fonctionnement intellectuel, de même que sur la façon dont ces concepts sont mesurés actuellement. Malgré les limites de la recherche, la portée au plan clinique demeure non négligeable. En effet, les résultats peuvent certainement être utiles aux cliniciens. En étant davantage informés sur les construits mesurés par les tests, les neuropsychologues seront mieux outillés pour faire un choix judicieux concernant les tests à utiliser. Ainsi, le fait de mieux comprendre comment les FEs et l'intelligence sont semblables et en quoi elles sont différentes pourrait donner des connaissances supplémentaires pour nuancer leurs interprétations. De plus, en sachant que les FEs sont susceptibles d'être observées dans des tests conventionnels comme le *WCST*, mais aussi à partir de

l'utilisation « novatrice » de tests comme le *CVLT-C* et la *Figure complexe de Rey-Osterrieth* selon la cotation de l'approche de Boston, ils pourront mieux interpréter les résultats de leurs clients à partir de tests qui répondent aux modèles de la psychologie cognitive.

Ainsi, les neuropsychologues cliniciens auraient tout avantage à s'intéresser aux construits mesurés par les tests plutôt que de s'attarder à chacune des variables. Par exemple, au lieu d'interpréter chacune des 19 variables du *CVLT-C*, ils devraient interpréter les construits (p. ex. : les cinq facteurs identifiés, comme les stratégies d'apprentissage, l'effet proactif, la capacité générale d'apprentissage verbal, etc.). De la même façon, le neuropsychologue aurait tout avantage à s'attarder aux trois construits du *WCST* (les indices de frontalité, la conceptualisation et l'apprentissage par rétroaction), plutôt que d'interpréter les variables de façon individuelle (les persévérations, le nombre de catégories complétées, etc.). La démarche interprétative devrait donc être différente car, en se basant sur les construits, elle permettrait d'éviter la redondance de l'interprétation des variables de façon indépendante.

De plus, selon les résultats obtenus, il semble que l'approche de Boston devrait être privilégiée par les neuropsychologues. Celle-ci renseigne davantage le clinicien quant à la dynamique cognitive du client. Tel que démontré dans la présente recherche, plusieurs construits sont mesurés par un même test. De ce fait, les tâches peuvent être échouées pour plusieurs raisons. L'analyse des processus est donc nécessaire afin de détecter les

faiblesses du client et de pouvoir mieux intervenir. Un intérêt pour les recherches futures devrait porter sur le développement de mesures permettant l'analyse des processus. Bien qu'ils demeurent peu nombreux, les tests comme ceux développés par Kaplan et ses collaborateurs (*D-KEFS*, *WISC-III-PI*, etc.) sont à privilégier.

Dans le même ordre d'idées, il semble important de souligner que le *WCST* s'est démarqué des autres tests par la possibilité qu'il offre d'évaluer la capacité de modulation des comportements (s'ajuster ou modifier des comportements en tenant compte de la rétroaction de l'environnement), celle-ci sollicitant des composantes métacognitives. Tel que discuté plus haut, la métacognition joue un rôle important dans le fonctionnement de l'ensemble des autres fonctions cognitives. De ce fait, les concepteurs de nouveaux instruments psychométriques devraient considérer l'importance d'inclure de telles mesures qui bonifient le travail du neuropsychologue.

Conclusion

Les questions de recherche traitées dans ce document sont nécessaires en ce moment où la neuropsychologie est en pleine expansion et où les connaissances sur le cerveau humain progressent considérablement. L'objectif général, sous-jacent aux trois objectifs de recherche, était d'apporter une meilleure compréhension des outils utilisés par les neuropsychologues ainsi que de mieux comprendre les concepts d'intelligence et du fonctionnement exécutif. Cet objectif a été atteint. Les résultats ont permis d'identifier les construits de chacun des tests retenus. Une meilleure compréhension des tests utilisés engendrera une meilleure estimation du profil cognitif des clients, ainsi que davantage de cohérence entre les neuropsychologues quant à l'utilisation et l'interprétation des tests. S'ensuivra une qualité supérieure du suivi thérapeutique, les forces, faiblesses et les besoins de l'enfant ayant été évalués avec plus d'exactitude et de certitude. Tel que mentionné ci haut, plusieurs recherches ont été réalisées sur la validité des construits mesurés par les tests neuropsychologiques. Bien que les recherches aient contribué à l'avancement des connaissances dans ce domaine, les auteurs sont unanimes pour dire que bien des efforts restent à faire pour mieux comprendre les tests utilisés et leurs construits.

Le débat concernant le fonctionnement intellectuel et les FE est complexe et les travaux visant la clarification de leur définition devraient se poursuivre. La présente recherche a toutefois contribué à mieux identifier les similitudes et les

dissemblances entre l'intelligence et les FEs. Bien des efforts restent à investir dans les futures recherches pour poursuivre cette réflexion.

Cette recherche a permis de proposer des pistes pour les futurs travaux. Afin de mieux comprendre la similitude entre le fonctionnement intellectuel et les FEs, certaines données supplémentaires sont nécessaires : (1) mieux définir les concepts de l'intelligence et des FEs, (2) investiguer l'implication des fonctions attentionnelles et de la mémoire de travail dans les FEs et (3) considérer l'apport de différentes variables dans les résultats de recherche, dont le milieu socioéconomique, l'éducation, les différences culturelles et personnelles, ainsi que les variables neurologiques.

Références

- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes : A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(19), 17-42.
- Anderson, V. A., Catroppa, C., Haritou, F., Morse, S., & Rosenfeld, J. V. (2005). Identifying factors contributing to child and family outcome 30 months after traumatic brain injury in children. *Journal of Neurology and Neurosurgery Psychiatry*, 76, 401-408.
- Anderson, V. A., Catroppa, C., Haritou, F., Morse, S., Pentland, L., Rosenfeld, J., & Stargatt, R. (2001). Predictors of acute child and family outcome following traumatic brain injury in children. *Pediatric Neurosurgery*, 34, 138-148.
- Annoni, J.-M., Gramigna, S., & Bogousslavsky, J. (2002). Behavioural changes in neurological diseases. *Schweiz Archive of Neurology and Psychiatry*, 153, 354-360.
- Ardila, A., Galeano, L. M., & Rosselli, M. (1998). Toward a model of neuropsychological activity. *Neuropsychological Review*, 8(4), 171-190.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. Dans G. A. Bower (Éd), *Recent advances in learning and motivation*, (vol. 8), (pp. 47-89). New York : Academic Press.
- Barkley, R. A. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. New York : Guilford Press.
- Barry, C. T., Taylor, H. G., Klein, S., & Yeates, K. O. (1996). Validity of neurobehavioral symptoms in children with traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 2(3), 213-226.
- Bertrand, A., & Garnier, P.-H. (2005). *Psychologie cognitive*. France : Éditions Studyrama.
- Binet, A., & Simon, T. (1908). Le développement de l'intelligence chez les enfants. *L'Année Psychologique*, 14, 1-94.
- Blair, C. (2006). How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. *Behavioral and Brain Sciences*, 29, 109-160.

- Blair, C., Zelazo, P. D., & Greenberg, M. (2005). The assessment of executive function in early childhood : Prospects and progress. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 61-571.
- Botez-Marquard, T., & Boller, F. (2005). *Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement*. Montréal : Les presses de l'Université de Montréal.
- Braun, C. M. J. (1997). *Évaluation neuropsychologique*. Montréal : Vigot Maloine, Éditeur Décarie.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive behaviour in children aged 6 to 13 : A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571-593.
- Burton, D. B., Sepehri, A., Hecht, F., VandenBroek, A., Ryan, J. J., & Drabman, R. (2001). A confirmatory factor analysis of the *WISC-III* in a clinical sample with cross-validation in the standardization sample. *Child Neuropsychology*, 7(2), 104-116.
- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures : A theoretical account of the processing in the Raven progressive matrices test. *Psychological Review*, 97(3), 404-431.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities : A survey of factor-analytic studies*. New York : Cambridge University Press.
- Catroppa, C., Anderson, V. A., Morse, S. A., Haritou, F., & Rosenfeld, J. V. (2007). Children's attentional skills 5 years post-TBI. *Journal of Pediatric Psychology*, 32(3), 354-369.
- Catroppa, C., Anderson, V. A., Morse, S. A., Haritou, F., & Rosenfeld, J. V. (2008). Outcome and predictors of functional recovery 5 years following pediatric brain injury (TBI). *Journal of Pediatric Psychology*, 33(7), 707-718.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities : Their structure, growth, and action*. New York : Cambridge University Press.
- Chaytor, N., & Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests : A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), 181-197.
- Chevignard, M. P., Taillefer, C., Poncet, F., Noulhiane, M., & Pradat-Diehl, P. (2008). Ecological assessment of the dysexecutive syndrome using execution of a cooking task. *Neuropsychological Rehabilitation*, 18(4), 461-485.

- Collette, F., Andrés, P., & Van der Linden, M. (1999). Lobes frontaux et mémoire de travail. Dans M. Van der Linden, X. Seron, D. Le Gall, & P. Andrés (Éds), *Neuropsychologie des lobes frontaux* (pp. 89-114). France : Solal.
- Collette, F., & Van der Linden, M. (2002). Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 105-125.
- Crinella, F. M., & Yu, J. (2000). Brain mechanisms and intelligence. Psychometric g and executive function. *Intelligence*, 27(4), 299-327.
- Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: Inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825-830.
- Dalby, P. R., & Obrzut, J. E. (1991). Epidemiologic characteristics and sequelae of closed-head injured children and adolescents : A review. *Developmental Neuropsychology*, 7(1), 35-68.
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) : Examiner's manual*. San Antonio, TX : Psychological Corporation.
- Delis, D., Kramer, J., Kaplan, E., & Ober, B. A. (1987). *CVLT California Verbal Learning Test : Adult version. Manual*. Toronto, Ontario : The Psychological Corporation.
- Delis, D., Kramer, J., Kaplan, E., & Ober, B. A. (1994). *CVLT-C (California Verbal Learning Test for Children)*. Toronto, Ontario : The Psychological Corporation Harcourt Brace Jovanovich Inc.
- Delis, D. C., Squire, L. R., Bihrlé, A., & Massman, P. (1992). Componential analysis of problem-solving ability : Performance of patients with frontal lobe damage and amnesic patients on a new sorting test. *Neuropsychologia*, 30, 683-697.
- Desmarais, G., Kaplan, E., Roussy, E., Dagenais, C., Lortie, C., Lepage, J., Spiers, P., Lambany, M.-C., & Nolin, P. (2004). Évaluation neuropsychologique pédiatrique et neurotraumatologie. Dans P. Nolin, & J.-P. Laurent (Éds), *Neuropsychologie. Cognition et développement de l'enfant* (pp. 9-82). Canada : Presses de l'Université du Québec.
- Duncan, J., Burgess, P., & Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 33(3), 261-268.

- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Jonhson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe : The organization of goal-directed behaviour. *Cognitive Psychology*, 30, 257-303.
- Di Scala, C. (1992). National pediatric trauma registry. *Rehabilitation Update*, Printemps, 4-5.
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders. *British Medical Bulletin*, 65, 49-59.
- Ewing-Cobbs, L., Fletcher, J. M., & Levin, H. S. (1986). Neurobehavioral sequelae following head injury in children : Educational implications. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 1(4), 57-65.
- Fay, G. C., Jaffe, K. M., Polissar, N. L., Liao, S., Rivara, J. B., & Martin, K. M. (1994). Outcome of pediatric traumatic brain injury at three years : A cohort study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75, 733-741.
- Flanagan, D. P., & Kaufman, A. S. (2004). *Essentials of WISC-IV assessment*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Fletcher, J. M. (1988). Brain-injured children. Dans E. J. Mash, & L. G. Terdal (Éds), *Behavioral assessment of childhood disorders* (pp. 451-488). New York : Guilford.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172-179.
- Fridlund, A. J., & Delis, D. C. (1994). *California Verbal Learning Test scoring assistant user's guide* (Version 1, Windows Version).
- Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence : Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7(4), 237-241.
- Funahashi, S. (2001). Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research*, 39, 147-165.
- Garlick, D., & Sejnowski, T. (2006). There is more to fluid intelligence than working memory capacity and executive function. *Behavioral and Brain Sciences*, 29, 134-135.

- Garth, J., Anderson, V., & Wrennall, J. (1997). Executive functions following moderate-to-severe frontal lobe injuries : Impact of injury and age at injury. *Pediatric Rehabilitation, 1*, 99-108.
- Gaudreau, J. (2001). La complexe figure complexe de Rey ou pourquoi la figure complexe de Rey est-elle si complexe? *Revue québécoise de psychologie, 22*(1), 21-31.
- Goldman-Rakic, P. S. (1987). Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behaviour by representational memory. Dans F. Plum (Éd.), *Handbook of physiology : The nervous system* (vol. 5), (pp. 373-417). Bethesda, MD : American Physiological Society.
- Goldstein, K. (1944). The mental changes due to frontal lobe damage. *Journal of Psychology, 17*, 187-208.
- Grant, D. A., & Berg, E. A. (1948). A behavioural analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology, 38*, 401-411.
- Greve, K. W., Love, J. M., Sherwin, E., Mathias, C. W., Ramzinski, P., & Levy, J. (2002). *Wisconsin Card Sorting Test* in chronic severe traumatic brain injury : Factor structure and performance subgroups. *Brain Injury, 16*(1), 29-40.
- Greve, K. W., Stickler, T. R., Love, J. M., Bianchini, K. J., & Standford, M. S. (2005). Latent structure of the *Wisconsin Card Sorting Test* : A confirmatory factor analytic study. *Archives of Clinical Neuropsychology, 20*(3), 355-364.
- Hanten, G., Dennis, M., Zhang, L., Barnes, M., Roberson, G., Archibald, J., Song, J., & Levin, H. S. (2004). Childhood head injury and metacognitive processes in language and memory. *Developmental Neuropsychology, 25*(1&2), 85-106.
- Hartman, D. E. (1991). Reply to Reitan : Unexamined premises and the evolution of clinical neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology, 6*, 147-165.
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test manual. Revised and expanded*. Odessa, Florida : Psychological Assessment Resources Inc.
- Jaffe, K. M., Fay, G. C., Polissar, N. L., Martin, K., Shurtleff, H., Rivara, J. B., & Winn, H. R. (1992). Severity of pediatric traumatic brain injury and early neurobehavioral outcome : A cohort study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 73*(6), 540-547.

- Jaffe, K. M., Fay, G. C., Polissar, N. L., Martin, K., Shurtleff, H., Rivara, J. B., & Winn, H. R. (1993). Severity of pediatric traumatic brain injury and neurobehavioral recovery at one year-a cohort study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 587-595.
- Jaffe, K. M., Polissar, N. L., Fay, G. C., & Liao, S. (1995). Recovery trends over three years following pediatric traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 17-26.
- Kail, R. (2000). Speed of information processing : Developmental change and links to intelligence. *Journal of School Psychology*, 38(1), 51-61.
- Kail, R., & Hall, L. K. (1994). Processing speed, naming speed, and reading. *Developmental Psychology*, 30(6), 949-954.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86, 199-225.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence : An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 637-671.
- Kaplan, E. (1988). A process approach to neuropsychological assessment. Dans T. Boll, & B. Bryant (Éds), *Clinical neuropsychology and brain function : Research, measurement, and practice*. Washington, DC : American Psychological Association.
- Kaufman, A. S. (1975). Factor analysis of the *WISC-R* at eleven age levels between 6-1/2 and 16 1/2 years. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 43, 135-147.
- Kaufman, A. S. (1994). *Intelligence testing with WISC-III*. New York : Wiley.
- Kaufman, P. M., Fletcher, J. M., Levin, H. S., Miner, M. E., & Ewing-Cobbs, L. (1993). Attentional disturbance after pediatric closed head injury. *Journal of Child Neurology*, 8, 348-353.
- Keith, T. K., & Witta, E. L. (1997). Hierarchical and cross-age confirmatory factor analysis of the *WISC-III* : What does it measure? *School Psychology Quarterly*, 12, 89-107.
- Kennedy, M. R. T., Coelho, C., Turkstra, L., Ylvisaker, M., Sohlberg, M. M., Yorkston, K., Chiou, H. H., & Kan, P. F. (2008). Intervention for executive functions after traumatic brain injury : A systematic review, meta-analysis and clinical recommendations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 18(3), 257-299.

- Kibby, M. Y., Schmitter-Edgecombe, M., & Long, C. J. (1998). Ecological validity of neuropsychological tests : Focus on the *California Verbal Learning Test* and the *Wisconsin Card Sorting Test*. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 13(6), 523-534.
- Knights, R. M., Ivan L. P., Venturey. E. C. G., Bentivoglio. C., Stoddart, C., Winogron.W., & Bawden, H. N. (1991). The effects of head injury in children on neuropsychological and behavioural functioning. *Brain Injury*, 5, 339-351.
- Kok, A. (1999). Varieties of inhibition : Manifestations in cognition, event-related potentials and aging. *Acta Psychologica*, 101, 129-158.
- Kraus, J. F. (1995). Epidemiological features of brain injury in children : Occurrence, children at risk, causes and manner of injury, severity and outcomes. Dans S. H. Broman, & M. E. Michel (Éds), *Traumatic brain injury in children* (pp. 22-39). New York : Oxford University Press.
- Lehr, E. (1990). School management. Dans E. Lehr (Éd), *Psychological management of TBI in children and adolescents* (pp. 185-205). Gaithersburg, MD : Aspen Publishers, Inc.
- Levin, H. S., Ewing-Cobbs, L., & Eisenberg, H. M. (1995). Neurobehavioral outcome of pediatric closed head injury. Dans S. H. Broman, & M. E. Michel (Éds), *Traumatic head injury in children* (pp. 70-94). New York : Oxford University Press.
- Levin, H. S., & Hanten, G. (2005). Executive functions after traumatic brain injury in children. *Pediatric Neurology*, 33(2), 79-93.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3e éd.). New York : Oxford University Press.
- Long, C. J. (1996). Neuropsychological tests : A look at our past and the impact that ecological issues may have on our future. Dans R. J. Sbordone, & C. J. Long (Éds), *Ecological validity of neuropsychological testing* (pp. 15-41). Delray Beach, FL : GR Press/St.Lucie Press.
- Long, C. J., & Kibby, M. Y. (1995). Ecological validity of neuropsychological tests : A look at neuropsychology's past and the impact that ecological issues may have on its future. *Advances in Medical Psychotherapy*, 8, 59-78.
- Loranger, M., Blais, M.-C., Pépin, M., & Doyon, M. (2000). Mesures de vitesse des opérations mentales chez des enfants présentant une déficience intellectuelle. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, 11, 117-127.

- Mackintosh, N. J., Brossard, A., & Chartier, P. (2004). *QI & intelligence humaine*. Bruxelles, Paris : De Boeck Université.
- Manchester, D., Priestley, N., & Jackson, H. (2004). The assessment of executive functions : Coming out of the office. *Brain Injury*, 18(11), 1067-1081.
- Mangeot, S., Armstrong, K., Colvin A. N., Yeates, K. O., & Taylor, H. G. (2002). Long-term executive function deficits in children with traumatic brain injuries : Assessment using the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF). *Child Neuropsychology*, 8(4), 271-284.
- Max, J. E., Robin, D. A., Lindgren, S. D., Smith, W. L., Jr., Sato, Y., Mattheis, P. J., Stierwalt, J. A., & Castillo, C. S. (1997). Traumatic brain injury in children and adolescents : Psychiatric disorders at two years. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(9), 1278-1285.
- McGrew, K. S., & Flanagan, D. P. (1996). The Wechsler performance scale debate : Fluid intelligence (Gf) or visual processing (Gv). *Communiqué*, 24(6), 14-16.
- Meyers, J. E., & Meyers, K. R. (1995). *Rey Complex Figure and recognition trial : Professional manual*. Odessa, FL : Psychological Assessment Resources.
- Michaud, L. J., Duhaime, A., & Gatshaw, M. L. (1993). Traumatic brain injury in children. *Pediatric Clinics of North America*, 40, 553-565.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex « frontal lobe » tasks : A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Mottram, L., & Donders, J. (2005). Construct validity of the *California Verbal Learning Test*-Children's version (CVLT-C) after pediatric traumatic brain injury. *Psychological Assessment*, 17, 212-217.
- Nagahama, Y., Okina, T., Suzuki, N., Matsuzaki, S., Yamauchi, H., Nabatame, H., & Matsuda, M. (2003). Factor structure of a modified version of the *Wisconsin Card Sorting Test* : An analysis of executive deficit in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 16, 103-112.
- Nelson, C. B. (1984). Research and clinical applications of the Bender-Gestalt Test. *Journal of Personality Assessment*, 46(4), 442-444.
- Nolin, P. (1999). Analyses psychométriques de l'adaptation française du *California Verbal Learning Test* (CVLT). *Revue québécoise de psychologie*, 20, 39-55.

- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de la copie d'une figure complexe. Contribution à l'étude de la perception de la mémoire. *Archives de psychologie*, 30, 206-356.
- Pridmore, S. (2007). Frontal lobes : Bedside testing. Document consulté le 29 décembre 2008 de <http://eprints.utas.edu.au/287/32/Chapter27Frontallobesbedsidetesting>.
- Reeder, K. P., & Logue, P. L. (1994). The effects of traumatic brain injuries on information processing. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 9, 491-500.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (2004). Intellectual and neuropsychological assessment. Dans G. Goldstein, & S. Beers (Éds.), *Comprehensive Handbook of psychological assessment*, (Vol. 1), (pp. 1-38). Hoboken, NJ : John Wiley and Sons.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie. *Archives de psychologie*, 112, 328-336.
- Rivara, J. B., Jaffe, K. M., Polissar, N. L., Fay, G. C., Martin, K. M., Shurtleff, H. A., & Liao, S. (1994). Family functioning and children's academic performance and behaviour problems in the year following traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75(4), 369-379.
- Saggino, A., Perfetti, B., Spitoni, G., & Galatti, G. (2006). Fluid intelligence and executive functions : New perspectives. Dans L. V. Wesley (Éd), *Intelligence : New research* (pp. 1-22). New York : Nova Science Publishers.
- Schwartz, L., Taylor, H. G., Drotar, D., Yeates, K. O., Wade, S. L., & Stancin, T. (2003). Long-term behavior problems following pediatric traumatic brain injury : Prevalence, predictors, and correlates. *Journal of Pediatric Psychology*, 28(4), 251-263.
- Seron, X., & Van der Linden, M. (2000). *Traité de neuropsychologie clinique*. Marseille : Solal.
- Shallice, T. (1990). *From neuropsychology to mental structure*. New York : Cambridge University Press.
- Sherman, E. M. S., Strauss, E., Spellacy, F., & Hunter, M. (1995). Construct validity of *WAIS-R* factors : Neuropsychological test correlates in adults referred for evaluation of possible head injury. *Psychological Assessment*, 7(4), 440-444.
- Société de l'Assurance Automobile du Québec. (2000). *Cadre de référence clinique pour l'élaboration de programmes de réadaptation pour la clientèle ayant subi un traumatisme cranio-cérébral, enfants-adolescents*. Québec, Canada.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. New York : Macmillan.

- Spreen, O., & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests*. New York : Oxford University Press.
- Stern, R. A., Singer, E. A., Duke, L. M., Singer, N. G., Morey, C. E., Daughtrey, E. W., & Kaplan, E. (1994). The Boston qualitative scoring system for the Rey-Osterrieth Complex Figure : Description and interrater reliability. *The Clinical Neuropsychologist*, 8, 233-236.
- Stuss, D. T., & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobe*. New York : Raven Press.
- Stuss, D. T., & Knight, R. T. (2002). *Principles of frontal lobe function*. London : Oxford University Press.
- Van der Linden, M., Seron, X., Le Gall, D., & Andrès, P. (1999). *Neuropsychologie des lobes frontaux*. France : Solal.
- Vaz, C. (2003). *Évaluation du fonctionnement cognitif: WISC-III*. Document consulté le 25 novembre 2005 de <http://psycho.univ-lyon2.fr>.
- Villemure, J. (2006). *Contribution de l'approche neuropsychologique de l'école de Boston à l'étude d'adolescents en difficulté d'apprentissage*. Thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Wechsler, D. (1939). *The measurement of adult intelligence*. Baltimore : Williams & Wilkins.
- Wechsler, D. (1991). *WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition)*. San Antonio : The Psychological Corporation, Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Wechsler, D. (2003). *WAIS-III. Manuel technique et d'interprétation*. Toronto, Canada : PsychCorp.
- Wiegner, S., & Donders, J. (1999). Performance on the *California Verbal Learning Test* after traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21, 159-170.
- Willis, J. O. (1996). A practioner's reaction to McGrew & Flanagan and Kaufman. *Communiqué*, 26(4), 15-17.
- Winogron, H. W., Knights, R. M., & Bawden, H. N. (1984). Neuropsychological deficits following head injury in children. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 6, 269-286.
- Yeates, K. O., Taylor, H. G., Barry, C. T., Drotar, D., Wade, S. L., & Stancin, T. (2001). Neurobehavioral symptoms in childhood closed-head injuries : Changes in

prevalence and correlates during the first year post-injury. *Journal of Pediatric Psychology*, 26, 79-92.

Zazzo, R. (1969). *Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant* (vol. 2). Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.

Appendice A

Synthèse des résultats de recherches, présentées dans le Contexte théorique, qui portent sur les résultats des analyses factorielles des tests à l'étude

Tableau 21

Synthèse des résultats de recherches, présentées dans le Contexte théorique, qui portent sur les résultats des analyses factorielles des tests à l'étude

Test	Auteurs	Échantillon	Nbre de variables	Facteurs identifiés
<i>WISC-III</i>	Burton et al., 2001	318 enfants avec différentes pathologies	5	1- Compréhension verbale 2- Praxie de construction 3- Raisonnement visuel 4- Absence de distractibilité 5- Vitesse de traitement
<i>WISC-R</i>	Kaufman, 1975	Population adulte sans pathologie	3	1- Compréhension normale 2- Organisation perceptive 3- Absence de distractibilité (<i>freedom of distractibility</i>)
<i>WISC-III</i>	Keith et Witta, 1997	Cohorte de 2200 enfants de 6-16 ayant servi à la normalisation du test	4	1- Compréhension verbale 2- Organisation perceptive 3- Résistance à la distraction 4- Rapidité de traitement
<i>WISC-III</i> <i>WISC-R</i>	Villemure, 2006	Enfants de 11-18 ans avec difficultés d'apprentissage	3	1- Compréhension verbale 2- Organisation perceptive-spatiale 3- Absence de distractibilité
<i>CVLT</i>	Delis et al., 1987	286 adultes sans pathologie	19	1- Apprentissage verbal global 2- Discrimination de la réponse 3- Stratégies d'apprentissage 4- Effet proactif 5- Effet de la position sérielle 6- Taux d'acquisition

Tableau 21

Synthèse des résultats de recherches, présentées dans le Contexte théorique, qui portent sur les résultats des analyses factorielles des tests à l'étude (suite)

Test	Auteurs	Échantillon	Nbre de Variables	Facteurs identifiés
<i>CVLT</i>	Nolin, 1999	309 adultes sans pathologie	19	1- Apprentissage verbal global 2- Maintien de l'information dans le temps 3- Stratégies d'apprentissage 4- Interférence proactive 5- Capacité à discriminer la réponse 6- Effet de position des mots
<i>CVLT</i>	Wiegner et Donders (1999)	150 adultes avec traumatisme cranio-cérébral	14	1- Empan attentionnel 2- Efficacité d'apprentissage 3- Rappel différé 4- Erreurs de rappel
<i>CVLT</i>	Mottram et Donders, 2005	175 enfants-adolescents avec traumatisme cranio-cérébral	13	1- Empan attentionnel 2- Efficacité d'apprentissage 3- Rappel différé 4- Erreurs de rappel
<i>WCST</i>	Greve et al., 2002	68 adultes avec traumatisme cranio-cérébral chronique sévère	3	1- Flexibilité cognitive 2- Résolution de problèmes 3- Maintien d'une réponse
<i>WCST</i>	Greve et al., 2005	620 adultes avec troubles neurologiques, 228 avec troubles psychiatriques et 373 sujets contrôles	3	1- Fonctionnement exécutif global 2- Habilités cognitives de raisonnement 3- Différents types d'erreurs
<i>WCST</i>	Nagahama et al., 2003	55 adultes avec maladie d'Alzheimer, 17 avec problèmes cognitifs légers et 22 sans pathologie	3	1- Persévérations 2- Catégorisation 3- Erreur non persévérative

Appendice B

Grille de dépouillement des dossiers médicaux

No de dossier du sujet : _____

[illegible]

No de recherche du sujet : _____

No de dossier du sujet : _____

DOSSIER CENTRAL

Grille de cotation

[illegible]

No de recherche du sujet : ____

No de dossier du sujet : ____

DOSSIER CENTRAL

Grille de cotation

No	Items	Résultats	Valeurs équivalentes	Valeurs attribuées
17	Profession de la mère		1 2 3 4 5 6 7	
18	Profession du père		1 2 3 4 5 6 7	
19	Scolarité de la mère		1 2 3 4 5 6 7	
20	Scolarité du père		1 2 3 4 5 6 7	
21	Niveau socioéconomique (mère)	Total= Profession x 7+ Scolarité x 4 (selon Index Hollingshead)	0= 11-17 1= 18-31 2= 32-47 3= 48-63 4= 64-77	
22	Niveau socioéconomique (père)	Total= Profession x 7+ Scolarité x 4 (selon Index Hollingshead)	0= 11-17 1= 18-31 2= 32-47 3= 48-63 4= 64-77	
23	Lieu d'origine			
24	Nombre de frère et sœur			
25	Scolarité au moment du TCC			
26	Occupation (travail) de l'enfant au moment du TCC			
27	Diagnostic émis avant l'accident		0=Non 1=Oui 2=TDA 3=TDAH 4=Trouble de comportements de 5=Trouble d'apprentissage 6=Trouble de langage 7=Autres	
28	L'enfant prenait-il une médication de type psychostimulant du système nerveux central?		0=Non 1=Oui	
29	L'enfant a-t-il déjà repris une année scolaire?		0=Non 1=Oui	
30	L'enfant avait-il recours à un suivi en orthopédagogie? Si oui, depuis combien de temps?		0=Non 1=Oui	

No de recherche du sujet : ____

No de dossier du sujet : ____

DOSSIER CENTRAL

Grille de cotation

Items	Valeurs équivalentes	Valeurs attribuées
<u>Prémorbidité</u>		
Description de l'enfant en <i>milieu scolaire</i>		
Cognitif :		
Comportemental :		
Psychologique :		
Description de l'enfant en <i>milieu familial</i>		
Cognitif :		
Comportemental :		
Psychologique :		
Description de l'enfant en <i>milieu social</i>		
Cognitif :		
Comportemental :		
Psychologique :		

No de recherche du sujet : ____

No de dossier du sujet : ____

DOSSIER CENTRAL

Grille de cotation

No	Items	Valeurs équivalentes	Valeurs attribuées
<u>Prémorbidité-suite</u>			
	Critères de TDA/H selon le DSM-IV :		
	<p>A : Présence soit de 1 ou 2 :</p> <p>1-au moins 6 symptômes d'<i>inattention</i> pendant 6 mois</p> <p><i>Inattention :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Ne prête pas attention aux détails, commet faute d'étourdie b. A du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux c. Semble ne pas écouter quand on lui parle personnellement d. Souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne mène pas à terme ce qu'il a à faire e. A du mal à organiser ses travaux ou activités f. Souvent, évite, a en aversion ou fait à contrecœur ce qui demande un effort mental soutenu g. Perd souvent les objets nécessaires au travail ou activités h. Souvent, se laisse facilement distraire par des stimuli externes i. Oublis fréquents dans la vie quotidienne <p>2-au moins 6 symptômes d'hyperactivité-impulsivité</p> <p><i>Hyperactivité :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Remue souvent les mains ou pieds, se tortille sur son siège b. Se lève souvent en classe ou autres c. Souvent, court, grimpe partout de façon inappropriée d. A du mal à se tenir tranquille dans les loisirs e. Est souvent « sur la brèche » ou « ou comme monté sur des ressorts » f. Parle souvent trop <p><i>Impulsivité :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a. Répond à une question qui n'est pas entièrement posée b. A souvent du mal à attendre son tour c. Interrompt souvent les autres ou impose sa présence 	0=Non 1=Oui	
	B : Symptômes présents avant l'âge de 7 ans	0=Non 1=Oui	
	C : Présence de gêne fonctionnelle liée aux symptômes dans au moins 2 types d'environnement école, maison, travail	0=Non 1=Oui	
	D : Évidence d'une altération cliniquement significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel	0=Non 1=Oui	
	E : Symptômes non expliqués par un autre trouble	0=Non 1=Oui	
	Critères rencontrés pour le diagnostic de TDA/H	0=Non 1=Oui	

No de recherche du sujet : _____

No de dossier du sujet : _____

DOSSIER CENTRAL

Grille de cotation

<i>Dx émis :</i>			
Critères diagnostiques :	TCC modéré	TCC sévère	Obtenu par sujet
GCS initial	9-12	3-8	
Durée du coma	30 minutes à 6 heures, limite de 24 heures	Obligatoirement plus de 6 heures	
Durée de l'APT	1-4 jours	Plusieurs semaines	
Lésions neurologiques	Scan et/ou IRM : généralement positifs	Scan et/ou IRM : positifs	
<i>Dx nouveau :</i>			

No de recherche du sujet : _____

No de dossier du sujet : _____

Liste des outils utilisés
pour le dépouillement des dossiers centraux
(Section du CRME)

- ☐ Rapport de Conférence pré-admission
- ☐ Rapport de Conférence post-admission
- ☐ Rapport médical
- ☐ Rapport de physiothérapie
- ☐ Rapport d'ergothérapie
- ☐ Rapport d'orthophonie
- ☐ Rapport d'audiologie
- ☐ Rapport neuropsychologique
- ☐ Rapport psychologique
- ☐ Rapport en service social
- ☐ Rapport d'orthopédagogie
- ☐ Rapport en éducation spécialisée
- ☐ Notes en infirmerie

Appendice C

Grille de dépouillement des dossiers neuropsychologiques

No de recherche du sujet : _____

No de dossier du sujet : _____

DOSSIER NEUROPSYCHOLOGIQUE

Items	Résultats			Valeurs équivalentes	Valeurs attribuées
	Score brut	Score pondéré	Score Z		
FONCTIONNEMENT INTELLECTUEL					
<i>WISC-III</i> WISC-R <i>WAIS-R</i>					
QI VERBAL					
QI NON VERBAL					
QI GLOBAL					
Indice <i>Compréhension verbale</i>					
Indice <i>Organisation perceptive</i>					
Indice <i>Résistance à la distraction</i>					
Indice <i>Vitesse de traitement</i>					
Images à compléter					
Connaissances					
Code					
Similitudes					
Arrangements d'images					
Arithmétique					
Blocs					
Vocabulaire					
Assemblage d'objets					
Compréhension					
Repérage de symboles					
Séquences de chiffres :					
Endroit (Empan)	()				
Rebours (Empan)	()				
Total					
Labyrinthes					

No de recherche du sujet : ____

No de dossier du sujet : ____

DOSSIER NEUROPSYCHOLOGIQUE

Grille de cotation

ATTENTION-CONCENTRATION-MÉMOIRE DE TRAVAIL (SUITE)					
Encerclement de cloches					
Temps					
Omissions					
Intrusions					
BLOCS DE CORSI					
Endroit (Empan)	()				
Rebours (Empan)	()				
Total					
FONCTIONS EXÉCUTIVES					
TRAIL A-B					
A					
Temps					
Erreur					
B					
Temps					
Erreur					
ATTENTION-CONCENTRATION-MÉMOIRE DE TRAVAIL					
Encerclement A organisé					
Temps					
Omissions					
Intrusions					
Encerclement A désorganisé					
Temps					
Omissions					
Intrusions					
Encerclement ☼organisé					
Temps					
Omissions					
Intrusions					
Encerclement ☼désorganisé					
Temps					
Omissions					
Intrusions					

No de recherche du sujet : ____

No de dossier du sujet : ____

DOSSIER NEUROPSYCHOLOGIQUE

Grille de cotation

Items	Résultats			Valeurs équivalentes	Valeurs attribuées
	Score brut	Score pondéré	Score Z		
FONCTIONS EXÉCUTIVES (SUITE)					
<i>STROOP</i> □10x10 □5x10					
Condition 1					
Temps					
Erreurs corrigées					
Erreurs non corrigées					
Total erreurs					
Condition 2					
Temps					
Erreurs corrigées					
Erreurs non corrigées					
Total erreurs					
Condition 3					
Temps					
Erreurs corrigées					
Erreurs non corrigées					
Total erreurs					
Condition 4					
Temps					
Erreurs corrigées					
Erreurs non corrigées					
Total erreurs					
TRAIL MAKING TEST (D-KEFS)					
Condition 1					
Temps					
Omission					
Commission					
Condition 2					
Temps					
Erreur (séquence)					
Erreur (set-loss)					
Condition 3					
Temps					
Erreur (séquence)					
Erreur (set-loss)					
Condition 4					
Temps					
Erreur (séquence)					
Erreur (set-loss)					
Condition 5					
Temps					
erreur					

Appendice D

Tableaux des matrices de corrélations

Tableau 22

Matrice de corrélations entre les sous-tests du *WISC-III*

Sous-test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Connaissances	-											
2. Arithmétique	.73	-										
3. Similitudes	.61	.68	-									
4. Compréhension	.59	.56	.54	-								
5. Vocabulaire	.60	.47	.45	.46	-							
6. Recherche de symboles	.49	.50	.40	.42	.45	-						
7. Code	.38	.46	.45	.48	.43	.60	-					
8. Séquences de chiffres	.44	.48	.24	.34	.36	.43	.49	-				
9. Blocs	.35	.41	.40	.34	.29	.48	.37	.32	-			
10. Assemblage d'objets	.35	.47	.35	.37	.27	.42	.30	.33	.61	-		
11. Images à compléter	.56	.63	.54	.53	.30	.41	.34	.39	.53	.53	-	
12. Arrangements d'images	.46	.55	.51	.37	.35	.58	.43	.38	.42	.42	.63	-

Déterminant de corrélation : .001

Tableau 23

Matrice de corrélations entre les variables du *CVLT-C*

Sous-test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Essai 1 à 5																			
2. Rappel différé libre	.82																		
3. Rappel immédiat libre	.87	.86																	
4. Rappel différé indicé	.75	.86	.77																
5. Rappel immédiat indicé	.74	.75	.76	.87															
6. Consistance	.75	.62	.68	.62	.61														
7. Intrusions rappels indicés	-.58	-.57	-.59	-.54	-.45	-.45													
8. Reconnaissance	.45	.51	.42	.50	.45	.28	-.25												
9. Faux positif	-.46	-.56	-.5	-.50	-.41	-.46	.53	-.19											
10. Liste B vs Essai 1	-.13	-.07	.02	-.13	-.10	.01	.02	-.10	-.01										
11. Liste B	.56	.49	.53	.36	.36	.39	-.27	.25	-.27	.58									
12. Intrusions rappels libres	-.49	-.49	-.49	-.52	-.47	-.49	.59	-.15	.57	-.02	-.30								
13. Persévérations	.03	.04	.06	.06	.01	-.01	.20	.13	.11	-.00	.11	.31							
14. Regroupement sériel	.06	.05	.16	.10	.14	.14	-.11	.09	-.15	.05	-.01	-.12	.04						
15. Courbe d'apprentissage	.17	.16	.29	.20	.27	.38	-.23	.16	-.18	.39	.10	-.21	-.07	.31					
16. Regroupement sémantique	.29	.21	.17	.18	.17	.09	-.08	.26	-.00	-.19	.15	.08	.01	-.34	-.04				
17. Effet de primauté	-.23	-.13	-.12	-.06	-.06	-.13	.07	-.11	.08	.12	-.15	.08	-.05	.16	.06	-.16			
18. Effet de récence	-.11	-.11	-.16	-.09	-.09	-.04	.07	.02	-.07	-.01	-.10	.06	-.17	-.23	-.11	-.04	-.14		
19. Rappel immédiat vs Essai 5	-.01	.10	.28	.01	-.00	-.06	.14	.03	-.05	-.01	.08	.07	.08	.15	-.16	-.04	-.11	-.03	

Déterminant de corrélation : .000

Tableau 24

Matrice de corrélations entre les variables de la *Figure complexe de Rey-Osterrieth*

Variable	1	2	3	4	5	6
1. Copie	-					
2. Persévérations	.50	-				
3. Planification	.40	.28	-			
4. Intrusions	.35	.30	.29	-		
5. Rappel immédiat	-.05	-.21	-.22	-.08	-	
6. Rappel différé	-.01	-.05	.07	-.01	-.02	-

Déterminant de corrélation : .477

Tableau 25

Matrice de corrélations entre les variables du *WCST*

Variable	1	2	3	4	5	6
1. Persévérations	-					
2. Erreurs non persévératives	.35	-				
3. Nombre d'essai avant de compléter la 1 ^{re} catégorie	.12	.33	-			
4. Maintien d'une catégorie	.13	.16	.23	-		
5. Capacité d'apprentissage	-.46	-.49	.15	-.17	-	
6. Nombre de catégories complétées	-.47	-.65	-.35	-.36	.72	-

Déterminant de corrélation : .089

Tableau 26

Matrice de corrélations entre les facteurs pour les analyses de second ordre

Facteur	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <i>WISC-III</i> Facteur 1	-							
2. <i>WISC-III</i> Facteur 2	.68	-						
3. <i>CVLT-C</i> Facteur 2	.31	.24	-					
4. <i>CVLT-C</i> Facteur 3	-.04	.02	.00	-				
5. <i>CVLT-C</i> Facteur 4	-.08	.09	.07	.06	-			
6. <i>Figure complexe de Rey-Osterrieth</i> Facteur 1	.49	.50	.15	.16	-.03	-		
7. <i>WCST</i> Facteur 1	.47	.44	.28	.12	.05	.36	-	
8. <i>WCST</i> Facteur 2	-.23	-.24	.00	-.08	-.01	-.22	-.08	-

Déterminant de corrélation : .199